LMF

LaminarMasterFlow
SYSTEM

Referenzhandbuch

Dieses Referenzhandbuch richtet sich ausschließlich an qualifiziertes Personal, bei dem sowohl hinsichtlich des sprachlichen wie auch des inhaltlichen Verständnisses die notwendigen Kenntnisse vorhanden sind.

Die für den Bediener relevanten Informationen sind in der separaten Betriebsanleitung enthalten.

*** VERSION 6.3 ***
Stand: 18.03.2014

Copyright

Service

Sollten Sie Fragen haben, die über den Inhalt der mitgelieferten Produktinformation hinausgehen, so erreichen Sie uns unter der oben angegebenen Adresse oder:

Telefon: **07157 / 5387-0**
Telefax: **07157 / 5387-10**
Email: info@tetratec.de

Außerdem finden Sie Informationen und Datenblätter zu weiteren Produkten auf unserer Homepage: Besuchen Sie doch mal www.tetratec.de**.**

Inhalt

1 Einleitung

1.1 Produktbeschreibung

Das LMF System besteht aus Hardware und Software.

1.1.1 Hardware

Zentrale Bestandteile der Hardware sind der **Controller S320** und eine oder mehrere **Messstrecken**.
Der Controller besteht in seinem Kern aus einem sehr präzisen Fließpunktrechner in einem Standard-Schalttafel-Einbaugehäuse. Durch die Modularität von Hard- und Software ist eine sehr große Flexibilität gegeben.
Der Controller kann in applikationsspezifische Gehäuse eingebaut sein. Um die Bedienung applikationsspezifisch zu erleichtern, können diese Gehäuse mit zusätzlichen Tasten, Anzeigen oder einer SPS-Schnittstelle ausgestattet sein. Die Messstrecken können je nach Größe und Anzahl ebenfalls ins Gehäuse eingebaut sein, auf eine Montageplatte montiert sein oder lose geliefert sein.
Messstrecken bestehen typischerweise aus einer Anordnung von Volumina oder Durchflusselementen und daran angeschlossenen Sensoren und/oder Stellgliedern.
Damit der Controller mit den analogen oder digitalen Sensoren, Stellgliedern oder einer SPS kommunizieren kann, wird er applikationsspezifisch mit Einsteck-Karten bestückt. Neben diversen Einsteckkarten für Sonderaufgaben werden besonders häufig folgende Einsteckkarten verwendet:

Typ100-Karten	Zwei Analog-Digital-Wandler
Typ200-Karten	Zwei Digital-Analog-Wandler
Typ310-Karte	Je ein Analog-Digital-Wandler und ein Digital-Analog-Wandler, je 14 Bit, Zykluszeit nur 10 ms, Wandlungszeit 3ms. Daher besonders für schnelle Regelungen geeignet.
Typ400-Karte	Busmodul für digitale Erweiterungsmodule, z. B. für SPS-Schnittstelle
Typ500-Karte	Zwei Eingänge für Inkremental-Geber
Typ510-Karte	Zwei Frequenzzähler
Typ520-Karte	Zwei Frequenzgeneratoren mit einstellbarem Tastverhältnis

Detailliertere Informationen und weitere Karten finden Sie auf unserer Homepage.

1.1.2 Software

Die Software ist hierarchisch gegliedert:

- Betriebssystem
- Config (Anmeldung und ggf. Linearisierung der Einsteckkarten sowie Konfiguration der seriellen Schnittstellen)
- LMF-Software, applikationsspezifisch parametriert
- Umschaltbare Parametersätze für verschiedene Messaufgaben (Programm 0 bis 9)

Die Software ist so ausgelegt, dass Sie einen breiten Bereich verschiedener Applikationen abdecken kann. Die Konfiguration für eine bestimmte Applikation erfolgt in erster Linie über Parametrierung. Werden darüber hinaus Funktionen benötigt, kann die Software über projektspezifische Scripte erweitert sein. Unter dem Dach der Software LMF haben sich folgende typische Applikationen entwickelt, deren Grenzen projektspezifisch fließend sind:

LMF	LaminarMasterFlow	Applikationen mit Schwerpunkt Durchflussmessung oder Durchflussregelung
PCS	PressureControlSystem	Applikationen mit Schwerpunkt Druckregelung
LFC	LaminarFlowControl	Spezielle Geräteserie zur Gasdosierung
LMS	LeakageMeasuringSystem	Applikationen mit Schwerpunkt Dichtheitsmessung
CVS-CAL	Constant Volume Sampling Calibration	Spezielle Geräteserie zur Kalibrierung von CVS-Anlagen.

1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Geräte aus der Serie **LMF** sind je nach Auftragsbestätigung ausschließlich bestimmt

- Zum Messen und Regeln
  - Volumenströme
  - Massenströme
  - Drücke
  - Temperaturen
  - Luftfeuchte
- Zum Kalibrieren anderer Geräte, die solche Größen messen oder regeln
- Zum Dosieren gasförmiger Medien
- Zur Dichtheitsprüfung

In Sonderfällen können auch Sensoren zur Längen- oder Kraftmessung eingebunden sein.

Als Medien sind zugelassen (je nach Auftragsbestätigung)

- Luft
- Gase
  - Argon
  - Kohlendioxid
  - Kohlenmonoxid
  - Helium
  - Wasserstoff
  - Stickstoff
  - Sauerstoff
  - Methan
  - Propan
  - N-Butan
  - Erdgas
  - Lachgas

Hinweis:
Die bestimmungsgemäße Verwendung beschränkt sich ausschließlich auf die Anwendung und die Medien, die in der Auftragsbestätigung spezifiziert sind. D. h. auch der Einsatz zu einem der oben genannten Zwecke und der Betrieb mit einem oben genannten Medium gelten als bestimmungswidrig, sofern das Gerät dafür nicht spezifiziert wurde!
Änderungen erfordern die Prüfung und schriftliche Zustimmung der TetraTec Instruments GmbH.

Beim Einsatz als Messgerät in komplexen Maschinen, einem Maschinen-Verbund, einer Fertigungsstraße oder Anlage dürfen die Signalausgänge ausschließlich zur Information einer übergeordneten Steuerung (z. B. SPS) verwendet werden.
Beim Einsatz als selbständiges Labor-Messgerät mit Steuerungsfunktion sind die Regeln und Hinweise für Not-Aus-Funktionen und für die Spannungswiederkehr nach Stromausfall zu beachten.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch

- das Beachten aller Hinweise aus der Betriebsanleitung
- die Einhaltung der Inspektions- und Wartungsarbeiten.

Eine andere oder darüber hinaus gehende Benutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus entstehende Schäden haftet die TetraTec Instruments GmbH nicht.

1.3 Gewährleistung und Haftung

Grundsätzlich gelten unsere "Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen". Diese stehen dem Betreiber spätestens seit Vertragsabschluss zu Verfügung. Gewährleistungs- und Haftungsansprüche bei Personen- und Sachschäden sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Geräts.
- Unsachgemäßes Montieren, Inbetriebnehmen, Bedienen und Warten des Gerätes und des Zubehörs (Sensoren, LFE).
- Betreiben des Geräts bei defekten Sicherheitseinrichtungen oder nicht ordnungsgemäß angebrachten oder nicht funktionsfähigen Sicherheits- und Schutzvorrichtungen.
- Nichtbeachten der Hinweise in der Betriebsanleitung bzgl. Transport, Lagerung, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung und Einstellung des Geräts.
- Eigenmächtige bauliche Veränderungen am Gerät, eigenmächtiges Verändern der Messstrecke und des Messaufbaus.
- Mangelhafte Überwachung von Zubehörteilen, die einem Verschleiß unterliegen.
- Unsachgemäß durchgeführte Reparaturen.
- Katastrophenfälle durch Fremdeinwirkung und höhere Gewalt.

2 Sicherheit

Bitte machen Sie sich **unbedingt noch vor der Installation** mit den Sicherheitshinweisen vertraut!

2.1 Grundlegende Sicherheitshinweise

Grundvoraussetzung für den sicherheitsgerechten Umgang und den störungsfreien Betrieb dieses Geräts ist die Kenntnis der grundlegenden Sicherheitshinweise und der Sicherheitsvorschriften.
Die Betriebsanleitung, insbesondere die Sicherheitshinweise, sind von allen Personen zu beachten, die am Gerät arbeiten.
Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

2.1.1 Verpflichtung des Betreibers

- Der Betreiber verpflichtet sich, nur Personen am Gerät arbeiten zu lassen, die mit den grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut und in die Handhabung des Geräts eingewiesen sind.
- Die Zuständigkeiten des Personals sind klar festzulegen für das Montieren, Inbetriebnehmen, Bedienen, Einstellen, Warten und Instandsetzen.
- Das sicherheitsbewusste Arbeiten des Personals wird in regelmäßigen Abständen überprüft.
- Die elektrische Betriebssicherheit ist regelmäßig zu prüfen und zu dokumentieren.
- Die pneumatischen Einrichtungen sind regelmäßig auf Betriebssicherheit zu prüfen und zu dokumentieren.
- Im Fall von gefährlichen Medien (andere Gase als Luft) ist der Messaufbau regelmäßig auf Leckagen zu prüfen und zu dokumentieren. Die Geräte dürfen ggf. nur in überwachter Atmosphäre betrieben werden (Gaswarngeräte).
- Prüffristen müssen vom Betreiber unter Berücksichtigung der einschlägigen gesetzlichen Vorgaben festgelegt werden.

2.1.1.1 Ausbildung des Personals

- Nur geschultes und eingewiesenes Personal darf am Gerät arbeiten.
- Das Personal muss das Sicherheitskapitel und die Warnhinweise in der Betriebsanleitung gelesen, verstanden und dies durch Unterschrift bestätigt haben.
- Anzulernendes Personal darf nur unter Aufsicht einer erfahrenen Person am Gerät arbeiten.

2.1.1.2 Informelle Sicherheitsmaßnahmen

- Die Betriebsanleitung ist ständig am Einsatzort des Geräts aufzubewahren.
- Ergänzend zur Betriebsanleitung sind die allgemeingültigen sowie die örtlichen Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz bereitzustellen und zu beachten.
- Alle Sicherheits- und Gefahrenhinweise am Gerät und an der Messstrecke sind in lesbarem Zustand zu halten.

2.1.2 Verpflichtung des Personals



Alle Personen, die mit Arbeiten am Gerät beauftragt sind, verpflichten sich vor Arbeitsbeginn

- die grundlegenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung zu beachten.
- das Sicherheitskapitel und die Warnhinweise in der Betriebsanleitung zu lesen und durch ihre Unterschrift bestätigen, dass sie diese gelesen und verstanden haben.

2.1.3 Unvermeidbare Restgefahren durch das Gerät

Die Geräte aus der Serie **LMF** sind nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei ihrer Verwendung Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter bzw. Schäden am Gerät oder an anderen Sachwerten entstehen.

Die Geräte sind nur zu benutzen
- für die bestimmungsgemäße Verwendung
- in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand.

Störungen, welche die Sicherheit beeinträchtigen können, sind umgehend zu beseitigen.

2.1.3.1 Gefahren durch elektrische Energie



- ➢ Arbeiten an der elektrischen Versorgung oder an einem Schaltschrank nur von einer Elektrofachkraft ausführen lassen.
- ➢ Die elektrische Ausrüstung regelmäßig überprüfen. Lose Verbindungen und defekte Kabel sofort beseitigen und durch neuwertige Kabel ersetzen lassen.
- ➢ Lassen Sie alle notwendigen Reparaturen von einem qualifizierten Servicetechniker der TetraTec Instruments GmbH ausführen.
- ➢ Sind Arbeiten an spannungsführenden Teilen unumgänglich, eine zweite Person hinzuziehen, die notfalls den Hauptschalter ausschaltet.
- ➢ Um Brandgefahr bzw. die Gefahr eines elektrischen Schlags auszuschließen das Gerät vor Regen, Nässe und übermäßiger Feuchtigkeit schützen.

2.1.3.2 Gefahren durch Druck





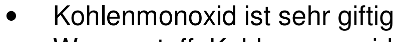
Unzureichend befestigte oder gealterte Schläuche, Rohre usw. können sich lösen oder platzen. Mögliche Folgen:
- Teile fliegen oder wirbeln herum und können Beschädigungen oder Verletzungen verursachen.
- Durch Erschrecken bewirkte unwillkürliche Bewegungen oder Ablenkungen können Sachschäden, Verletzungen usw. bewirken.
- Starke Geräuschentwicklung, dadurch Herabsetzung der Reaktionszeit und Risiko für Hörschaden.

2.1.3.3 Gefahren durch Gase

(trifft nur zu, wenn andere gasförmige Medien als Luft verwendet werden)



Gase haben je nach Gasart folgende gefährliche Eigenschaften:
- Sauerstoff und Lachgas wirken brandfördernd
- Lachgas und Xenon wirken je nach Konzentration halluzinogen oder betäubend bis giftig
- Kohlenmonoxid ist sehr giftig



- Wasserstoff, Kohlenmonoxid und die Kohlenwasserstoffe wie z. B. Propan sind brennbar und können mit Luft vermischt explosive Gemische bilden.
- Durch Beimischung von Gasen (außer Sauerstoff) in die Atemluft sinkt deren Sauerstoffgehalt, so dass bei hohen Konzentrationen eine erstickende Wirkung einsetzt.



Darum:
- ➢ Freisetzung von Gasen vermeiden.
- ➢ Messaufbau regelmäßig auf Leckagen untersuchen.
- ➢ Abströmende Gase in Abgas-System ableiten.
- ➢ In gut belüfteter Umgebung arbeiten.
- ➢ Atmosphäre im Arbeitsraum mit Gaswarngeräten überwachen.



2.1.4 Einschaltverhalten SPS-Ausführung



Das Gerät kann so konfiguriert werden, dass es nach einem Ausfall der Versorgungsspannung bei Spannungswiederkehr im eingeschalteten Zustand im automatischen Prüfablauf-Modus läuft.
In diesem Modus sind einige Digital-Steuerungsausgänge aktiv!
Die Sicherung gegen Wiederanlauf von damit gesteuerten Maschinen/Baugruppen, von denen eine unmittelbare Gefahr für Personen und Anlagen ausgehen kann, ist Aufgabe des Betreibers!

2.2 Hinweise für die Aufstellung, Installation und den Betrieb des Geräts

2.2.1 Aufstellung, Installation

Das Gerät ist an einem trockenen, staubfreien und erschütterungsfreien Ort aufzustellen. Sofern vorhanden darf das Gehäuse keinesfalls geöffnet werden. Es enthält in der Regel keine vom Betreiber wartbaren Teile. Sollte dies doch einmal der Fall sein, so sind die entsprechenden Anweisungen der Betriebsanleitung zu beachten.

Be- und Entlüftungsöffnungen des Gehäuses dürfen nicht zugedeckt werden. Es ist für ausreichende Luftzirkulation zu sorgen. Bei Montage in einem Schaltschrank / Einbauschrank ist auf Einhaltung der Betriebstemperaturgrenzen zu achten.

Bei lose ausgelieferten Messwertumformern und Primär-Elementen muss auf die verschmutzungsfreie und lagerichtige Montage am Messort geachtet werden. Gegebenenfalls müssen empfindliche Messwertaufnehmer besonders gegen Beschädigung geschützt werden.

Die Sensoren und Primär-Elemente dürfen keinesfalls vertauscht oder falsch zugeordnet werden. Sowohl die Zuordnung zum entsprechenden Eingang als auch zum entsprechenden Gerät muss unbedingt eingehalten werden. Bei vertauschter Montage ist die Kalibrierung der Geräte ungültig. Werden Sensoren verschiedenen Typs vertauscht, besteht das Risiko einer Beschädigung bis hin zum Totalausfall.

Bei im Gerät integrierten Sensoren ist ggf. die Lageabhängigkeit der Sensoren zu beachten. Dies gilt insbesondere für ölgefüllte Sensoren mit kleinem Messbereich, z. B. Differenzdrucksensoren der Serie 3051. Hier darf das Gerät nur um die Achse geneigt werden, welche dem Normalen-Vektor der Messmembran entspricht. Die Achse selbst muss waagerecht gehalten werden. Geräte, bei denen auf diesen Umstand zu achten ist, sind oft mit einer Wasserwaage ausgerüstet. Außerdem findet sich ein entsprechender Hinweis in der Betriebsanleitung.

2.2.2 Betriebsbedingungen, Umgebungsbedingungen

Betriebstemperatur: 5°C bis 40°C. In Sonderanwendungen können für externe Messaufbauten abweichende Temperaturgrenzen gelten.
Umgebungsdruck: Atmosphärendruck
Betriebsdruck: siehe applikationsspezifische Betriebsanleitung.
Feuchtebereich: 0 ... 90% relative Feuchte, nicht kondensierend!
Vor dem Einschalten muss das Gerät an die Raumtemperatur angeglichen sein, keinesfalls darf das Gerät betaut sein.

2.2.3 Stromversorgung / elektrischer Anschluss

2.2.3.1 OEM-Gerät bzw. als Einzelteil gelieferter Controller S320

Der Controller S320 wird mit 24V versorgt. Der 0V-Anschluss ist mit dem Schutzleiter zu verbinden.

2.2.3.2 Geräten mit einphasigem Netzanschluss

110 - 230 VAC (50/60 Hz)
Es dürfen nur die mitgelieferten Netzkabel verwendet werden oder Netzkabel mit gleichwertigem Prüfzeichen. Die Stromversorgung muss den aktuell gültigen Vorschriften entsprechen.

2.2.3.3 Geräte mit Umgehäuse

110 – 230 VAC (50/60 Hz)
Der Steckerbausatz darf nur von einer qualifizierten Elektrofachkraft montiert werden.

2.2.3.4 Geräte mit Schaltschrank

Einphasige und mehrphasige Geräte mit Schaltschrank dürfen nur von einer qualifizierten Elektrofachkraft angeschlossen werden.

2.2.4 Reinigung des Gerätes

Abwischen mit feuchtem aber nicht nassem Tuch.

2.2.5 Kalibrierung, Messgenauigkeit

Die Geräte werden von der TetraTec Instruments GmbH in eingemessenem und fertig konfiguriertem Zustand ausgeliefert. Jede Veränderung der Kalibrierkoeffizienten oder sonstiger intern verwendeter Skalierungsfaktoren und Konstanten kann die Kalibrierung ungültig machen oder die Messgenauigkeit herabsetzen.

2.2.6 Bauliche Veränderungen an Gerät und Messstrecke

Alle Umbaumaßnahmen bedürfen einer Prüfung und schriftlichen Zustimmung der
TetraTec Instruments GmbH.

- ➢ Ohne Genehmigung des Herstellers keine Veränderungen, An- oder Umbauten an Gerät und Messstrecke vornehmen.
- ➢ Nur originale Ersatz- und Verschleißteile verwenden.
  Bei fremdbezogenen Teilen ist nicht gewährleistet, dass sie beanspruchungs- und sicherheitsgerecht konstruiert und gefertigt sind bzw. den messtechnischen Anforderungen genügen.
- Der Austausch von Sensoren und Messstrecken muss mit der TetraTec Instruments GmbH abgestimmt werden, da u. U. eine neue Einmessung notwendig werden kann.
- Es dürfen nur von der TetraTec Instruments GmbH bezogene und eingemessene Sensoren und Messstrecken verwendet werden.

2.2.7 Parameter-Zugriff einschränken

Sie können den Parameter-Zugriff im Editiermodus einschränken.
Dieses Kapitel erläutert im ersten Abschnitt, nach welchem Schema die Parameter werksseitig bestimmten Zugriffs-Leveln zugeordnet sind. Im zweiten Abschnitt finden Sie Informationen zur Definition eigener Benutzergruppen und eine Dokumentation der werksseitig voreingestellten Benutzergruppen und deren Passwörter.

Hinweis:
Es obliegt dem Betreiber bzw. dessen Systemverwalter, zumindest die Passwörter zu ändern, zu dokumentieren und diese Dokumentation an gesicherter Stelle zu verwahren.

Weitere Informationen

- Zu den Auswirkungen der Zugriffsbeschränkungen im Editiermodus siehe Kapitel 7.4.4.2
- Zugriffsbeschränkung für TCP-Verbindung siehe Kapitel 5.2.6

2.2.7.1 Level-Zuordnung der Parameter

Jedem einzelnen Parameter ist werksseitig eine Menge von Leveln zugewiesen. Dies geschieht mit dem Attribut "level=n". "n" ist hierbei eine Zahl, deren einzelne Bits die jeweiligen Level codieren.

Beispiele

Ausdruck	= binär	Erläuterung
level=1	0001	der Parameter ist nur in Level 0 zugänglich
level=12	1100	der Parameter ist in den Leveln 2 und 3 zugänglich
level=9	1001	der Parameter ist in den Leveln 0 und 3 zugänglich

2.2.7.2 Definition von Benutzern und ihrer Zugriffsrechte

Im Block S05XX können bis zu 10 Benutzer definiert werden. Jeder Benutzer hat eine Bezeichnung (z. B. "Einrichter"), ein Passwort, und eine Menge von Leveln, auf die er zugreifen kann. Genau wie die Zuordnung der Parameter zu Leveln geschieht die Zuordnung von Benutzer an Level, indem eine Zahl angegeben wird, deren einzelne Bits angeben, ob der Benutzer Zugriff auf die Parameter in diesem Level hat, oder nicht.

Beispiel

S0500="Egon" S0501=1 S0502=1234	Diese Parameter definieren einen Benutzer mit dem Namen "Egon" (dieser Name ist bei Eintritt in den Editiermodus auszuwählen). Der Benutzer hat das Passwort "1234" und Zugriff auf alle Parameter, die in Level 0 sichtbar sind (weil 1 = 0001 binär).
S0500="Egon" S0501=7 S0502=1234	Wie oben, nur hat der Benutzer „Egon“ Zugriff auf Parameter der Level 0, 1 und 2 (weil 7 = 0111 binär).

Weitere Informationen

- Zum S05XX-Block siehe Kapitel 9.7.3

Standardeinstellung

Standardmäßig sind vier Benutzer definiert, denen jeweils genau ein Level zugeordnet ist. Die zugehörigen vier Level sind hierarchisch aufsteigend angeordnet (d. h. die übergeordneten Level enthalten alle Parameter der jeweils niedrigeren Level). Das Passwort ist jeweils die Nummer des Levels:

Name	Passwort	Zugriff auf Parameter
"Level 0"	0	Pn500 bis Pn523
"Level 1"	1	Pn400 bis Pn499 und Pn500 bis Pn523 und Pn701 bis Pn722
"Level 2"	2	M0000 bis M0999 und Pn000 bis Pn999 und S0000 bis S0013 und S0100 bis S0311
"TetraTec"	3	C0000 bis C0199 und D0000 bis D1999 und E0000 bis E9999 und I0200 bis I0209 und M0000 bis M0999 und Pn000 bis Pn999 und S0000 bis S9999

Hinweis

Es versteht sich von selbst, dass der Level „TetraTec“ autorisiertem Personal vorbehalten sein sollte (d. h. mit Ausnahme der Änderung von Passwörtern durch den Betreiber bzw. dessen Systemverwalter nur Mitarbeitern der TetraTec Instruments GmbH), da die Änderung grundlegender Parameter erhebliche negative Auswirkungen haben kann.

3 Komponenten eines LMF-Systems

3.1 Übersicht

Je nach Applikation kommen unterschiedliche Komponenten zum Einsatz, d. h. Ihr System muss nicht notwendigerweise mit allen beschriebenen Komponenten ausgestattet sein. Die folgende Tabelle gibt Ihnen eine Übersicht über die Komponenten und ihre Haupt-Einsatzgebiete.

Auswerteelektronik	Herzstück der Auswerteelektronik ist der Controller S320 mit den verschiedenen Schnittstellen-Karten. Eine Beschreibung finden Sie in den Kapiteln 1.1.1 und 4.
Schnittstellen	Die Auswerteelektronik kann die berechneten Werte über digitale und analoge Schnittstellen ausgeben. Analoge Ausgänge werden auch zur Ansteuerung von Aktoren, z. B. von Proportional-Ventilen verwendet.
Schutzgehäuse	Je nach gewünschter Schutzklasse stehen unterschiedliche Schutzgehäuse zur Verfügung. Je nach Größe der Messstrecke kann das Schutzgehäuse neben der Auswerteelektronik und dem Netzteil auch Sensoren oder sogar die gesamte Messstrecke aufnehmen.
Primär-Elemente	Primär-Elemente ist der Oberbegriff für LFEs, Blenden, Staurohre, usw., die zur Durchflussmessung verwendet werden. Wichtige Untergruppen sind: • Wirkdruckgeber • Zähler • Thermische Massenstrom-Sensoren Die gängigsten Primär-Elemente sind im folgenden Abschnitt etwas näher beschrieben.
Differenzdrucksensoren	Differenzdrucksensoren werden beispielsweise zur Messung des Wirkdrucks von Wirkdruckgebern verwendet.
Absolutdrucksensoren	Der Absolutdruck eines Gases wird für vielerlei Berechnungen benötigt, z. B. zur Berechnung des Normvolumen- oder Massenstroms durch einen Wirkdruckgeber. Wird nur der Absolutdruck an einer Messstelle benötigt, kann dieser Absolutdruck direkt mit einem Absolutdrucksensor gemessen werden.
Relativdrucksensoren	Bei mehreren Messstellen hat es sich als vorteilhaft erwiesen, nur einen Absolutdrucksensor für den Umgebungsdruck zu verwenden und alle anderen Messstellen mit Relativdrucksensoren zu bestücken. Dabei dient der Umgebungsdruck als Referenzdruck, auf den alle Messstellen gleichermaßen abgestimmt werden können (Nullabgleich der Relativdrucksensoren). Die Absolutdrücke an den Messstellen werden dann rechnerisch ermittelt.
Temperatursensoren	Genauso wie der Absolutdruck wird auch die Temperatur für diverse Berechnungen benötigt.
Feuchtesensor	Die Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Viskosität von Luft zwar nicht im selben Maß wie Temperatur oder Druck, ist jedoch bei hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit ebenfalls eine wichtige Messgröße. Bei Anwendungen mit Reingasen oder getrockneter Druckluft kann auch mit einem Festwert gerechnet werden.
Wege-Ventile	Wege-Ventile werden in den unterschiedlichsten Ausführungen und Größen für die unterschiedlichsten Zwecke verwendet. Hervorzuheben sind die Ventil-Arrangements für Dichtheits-Prüfgeräte und für den Nullabgleich der Drucksensoren an Wirkdruckgebern (Option).
Aktuatoren	Typische Aktuatoren für unsere Anwendungen sind Proportional-Ventile oder elektronische Druckregler. Sie dienen als Stellglieder für Durchfluss- oder Druckregelungen.
Kabelsätze und Montagematerial	In letzter Zeit hat sich zunehmend durchgesetzt, dass die Messstrecken fertig montiert auf Montageplatten oder in Gehäusen geliefert werden, wodurch die End-Montage erleichtert sowie Dichtheit und Funktionalität besser gewährleistet werden können. Das LMF-System wird stets mit allen erforderlichen Kabeln oder Gegensteckern ausgeliefert.

3.2 Primär-Elemente

Das von uns am häufigsten eingesetzte Primär-Element ist das LFE, unter anderem da sein lineares Verhalten eine hohe Genauigkeit über eine breite Messspanne erlaubt. Andere Primär-Elemente wie Blenden, Accutubes, kritische Düsen, Gaszähler oder Massendurchflussmesser haben je nach Messaufgabe andere Vorzüge, die hier kurz charakterisiert werden sollen.

3.2.1 Wirkdruckgeber

3.2.1.1 LFE

Wirkungsweise

Der Volumenstrom durch das LFE erzeugt in den Kapillaren oder Spalten des LFE eine laminare Strömung. Der Druckabfall über der laminar durchströmten Strecke ist proportional zum Produkt aus aktuellem Volumenstrom und aktueller Viskosität.

Genauigkeit

Mit LFE als Primär-Element arbeitet das LMF-System mit einer typischen Messgenauigkeit von 0,5 bis 1% oder besser, bezogen auf den Messwert des aktuellen Volumenstroms in der Messbereichs-spanne von 1:10 (1:50 optional). Diese Genauigkeit wird auch bei variablem Leitungsdruck oder variabler Temperatur erreicht, sofern die Sensoren für Temperatur und Absolutdruck integriert sind.
Das System ist bei geringfügig reduzierter Genauigkeit sinnvoll mit einer Messspanne von bis zu 1:20 (1:100 optional) einsetzbar.
Zur Verbesserung der Messgenauigkeit werden systembedingte Nichtlinearitäten der LFE sowie der Sensoren rechnerisch kompensiert.

Einsatzbedingungen

Da die Kapillaren des LFE sich durch Kondensate oder Partikel sehr leicht zusetzen, können LFE nur mit sehr gut gefilterten Gasen (oder Luft) sinnvoll betrieben werden.
Darüber hinaus kann es eine Temperaturbeschränkung durch die verwendeten Materialien geben.
Z. B. sind die LFE der Serie 50MK10 auf 70°C beschränkt, da die Kapillaren mit Epoxydharz eingegossen sind.
LFE, die nicht atmosphärisch ansaugen, werden in geschlossenen Leitungssystemen betrieben.

3.2.1.2 Blenden, unterkritisch betriebene Düsen

Wirkungsweise

Eine Engstelle bewirkt eine Beschleunigung des fließenden Mediums und führt damit zu einem Druckabfall, der zwischen Vorderseite und Rückseite als Differenzdruck (Wirkdruck) abgegriffen werden kann. Der Wirkdruck verhält sich proportional zum Quadrat des Durchflusses oder umgekehrt: Der Durchfluss ist proportional zur Quadratwurzel des gemessenen Wirkdrucks.
Der Druckabfall ist infolge der Verwirbelung bleibend.

Genauigkeit

Aufgrund der stark nichtlinearen Kennlinie kann eine gute Genauigkeit nur über eine sehr begrenzte Messpanne gewährleistet sein.

Einsatzbedingungen

Bei hinreichend großem Öffnungsdurchmesser relativ unempfindlich gegen Verschmutzung. Durch den einfachen Aufbau können auch alle Komponenten aus hoch erhitzbarem Material gefertigt werden. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Einbaulänge, vor allem bei den Blenden. Hier besteht häufig die Möglichkeit des einfachen Wechsels.
Blenden und Düsen werden in geschlossenen Leitungssystemen betrieben.

3.2.1.3 Venturi-Rohre

Für Wirkungsweise, Genauigkeit und Einsatzbedingung gilt im Prinzip das Gleiche wie bei Blenden, jedoch wird der Wirkdruck zwischen dem Einlauf und der engsten Stelle des Venturi-Rohrs gemessen. Die sanfte Querschnittserweiterung nach der Engstelle bewirkt, dass ein Teil der Strömungsenergie wieder in Druckenergie zurückverwandelt wird, wodurch der bleibende Druckabfall deutlich kleiner als der Wirkdruck ist. Nachteil ist die deutlich größere Einbaulänge und je nach Ausführung der toroiden und konischen Segmente die höheren Fertigungskosten.

3.2.1.4 Staurohre, Staukreuze und ähnliche

Für Wirkungsweise und Genauigkeit gilt im Prinzip das Gleiche wie bei Blenden, nur dass die Beschleunigung nicht durch eine Engstelle sondern durch die Verdrängung durch den Sondenkörper hervorgerufen wird.
Das Einsatzgebiet unterscheidet sich im wesentlichen darin, dass die Verwendung nicht an Leitungen gebunden ist, d. h. prinzipiell also im Freien möglich ist (z. B. als Geschwindigkeitsmesser an Bord eines Flugzeugs).

3.2.2 Zähler

Zähler sind Inkremental- oder Frequenzgeber. Allen Zählern ist gemeinsam, dass kein gültiger Messwert vorliegt, solange nicht eine Mindestanzahl Pulse eingegangen ist. Es lässt sich daher nicht vermeiden, dass zu Beginn der Messung kein Messergebnis angezeigt werden kann und dass jedes Messergebnis ein gleitender und verzögerter Mittelwert ist.

3.2.2.1 Turbinenrad-Gaszähler, Flügelrad-Gaszähler

Wirkungsweise
Durch die Strömung wird ein Turbinenrad in Drehung versetzt. Die Drehgeschwindigkeit erlangt bald ein Gleichgewicht mit der Strömungsgeschwindigkeit. Die Umdrehungen werden gezählt.

3.2.2.2 Trommel-Gaszähler, Drehkolben-Gaszähler, Balgen-Gaszähler, Experimentiergaszähler

Die Zähler der aufgezählten Typen messen das strömende Volumen. Das Medium füllt im Wechsel eine oder mehrere Messkammern und treibt dabei ein Zählwerk an. In der Regel liefert das Zählwerk je um Drehung nur einen Puls, es gibt aber auch Ausführungen, die eine feinere Auflösung haben.

3.2.3 Sonstige

3.2.3.1 Massenstromsensoren

Massenstromsensoren messen den Wärmetransport, der durch das fließende Medium geleistet wird. Dazu wird in der Mitte des Rohres eine definierte Fläche (oder auch ein Draht) auf konstanter Temperatur gehalten. Die dazu erforderliche elektrische Leistung ist ein Maß für den Wärmetransport und damit für den Massenstrom.
Vorteil ist der geringe Druckverlust bei hoher Genauigkeit und geringer Einbaulänge. Hauptnachteil ist die Langsamkeit, da eine Messung nur im thermischen Gleichgewicht gültig ist.

3.2.3.2 Überkritische Düsen

Bei überkritischen Düsen ist der Durchfluss durch die Schallgeschwindigkeit in der Engstelle begrenzt. Daher kann eine überkritische Düse sehr gut zum Erzeugen eines bestimmten Durchflusses verwendet werden, der im wesentlichen von der Geometrie der Düse, der (temperaturabhängigen) Schallgeschwindigkeit und der (druckabhängigen) Dichte vor dem Eintritt in die Düse abhängt.
Typische Anwendung sind Testlecks und Dosier-Aufgaben. Düsen können in Kombination mit Ventilen zu Düsengalerien zusammengestellt werden. Durch die Kombination verschiedener Düsen können somit verschiedene Durchflüsse geschaltet werden.

4 Bedienelemente

Es ist zu unterscheiden zwischen den Bedienelementen, Anzeigen und Schnittstellen des Controllers und den zusätzlichen Bedienelementen, Anzeigen und Schnittstellen einer Anwendung, die einen Controller beherbergt. Die Funktion der Bedienelemente und Anzeigen des Controllers ist unabhängig davon, ob er zum direkten Einbau in einen Schaltschrank als Schalttafeleinbaugerät verwendet wird, oder ob er in eine Anwendung mit eigenem Gehäuse integriert ist.

Die Anzahl und Art der zusätzlichen Bedienelemente, Anzeigen und Schnittstellen sowie die Ausführung des Gehäuses entspricht den jeweiligen Kundenanforderungen und ist daher im applikationsspezifischen Teil der Dokumentation dokumentiert. An dieser Stelle kann daher nur ein Beispiel gezeigt werden.

4.1 Frontseitige Bedienelemente des Controllers S320



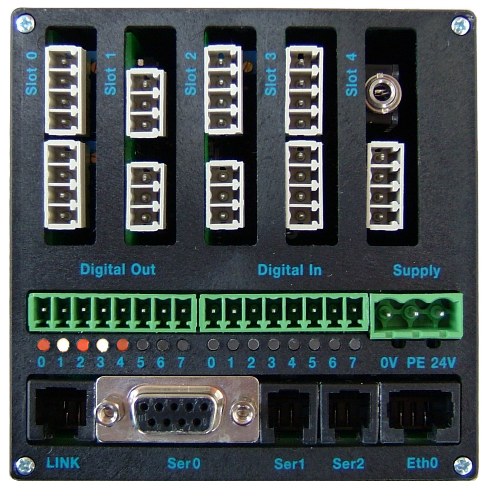
Der Controller S320 mit seinen Display-Zeilen und Tasten ist das Kernstück des LMF.

Display-Zeilen
Jede der drei Display-Zeilen besteht aus einem 6-stelligen Display für numerische Werte und einem kleineren 4-stelligen Display für Text. Dieser Text gibt üblicherweise den Messkreis, die Einheit oder eine Bezeichnung des Messwerts an. Bei Anwendungen mit zwei Messkreisen ist üblicherweise die erste Zeile dem ersten Messkreis, die zweite dem zweiten Messkreis zugeordnet.

Tasten

	Taste	Bedeutung
	F1	Kurzer Tastendruck im Standard-Modus: Durchblättern verschiedener Messwerte und Rechengrößen von Messkreis 0. Kurzer Tastendruck im Test-Modus: Durchblättern verschiedener Messwerte oder analoger Ausgangswerte aller Messkreise. Langer Tastendruck im Standard -Modus: Wechseln in den Editier-Modus. Kurzer Tastendruck im Editier-Modus: Nächsten Parameter anzeigen. Gleichzeitiges Halten mit F3: Wieder in den Standard -Modus zurückkehren, wobei Änderungen verworfen werden.
	F2	Kurzer Tastendruck im Standard -Modus: Durchblättern verschiedener Messwerte und Rechengrößen von Messkreis 1. Kurzer Tastendruck im Test-Modus: Reduzierung der angezeigten Stellenzahl in der zweiten Display-Zeile (Rohwert). Langer Tastendruck: Wieder in den Standardmodus zurückkehren, wobei Änderungen übernommen werden.
	F3	Langer Tastendruck im Standard -Modus: Wechseln in den Test-Modus. Kurzer Tastendruck im Editiermodus: Vorigen Parameter anzeigen. Gleichzeitiges Halten mit F1: Wieder in den Standard -Modus zurückkehren, wobei Änderungen verworfen werden.
	Pfeil links	Im Test-Modus bei Eingängen: Stellt nach Nullabgleich den die Werkseinstellung des Sensors wieder her. Erniedrigen eines analogen Ausgangswertes (sofern gerade angezeigt). Sonst: Reduziert den angezeigten Wert (sofern editierbar).
	Pfeil rechts	Langer Tastendruck im Test-Modus: Nullabgleich des angezeigten Messwerts. Sonst: Erhöht den angezeigten Wert (sofern editierbar).

4.2 Schnittstellen des Controllers S320



Schnittstellen des Controllers
(Beispiel, Bestückung mit Schnittstellenkarten auftragsspezifisch)

Steckplätze für Schnittstellenkarten
Der Controller verfügt über 5 Steckplätze für Schnittstellenkarten. Die Bezeichnung der Steckplätze ist aufgedruckt. Von links nach rechts sind die Steckplätze mit „Slot 0“ bis „Slot 4“ bezeichnet. Die Schnittstellenkarten für Analog-Digital-Wandlung (und umgekehrt) bedienen üblicherweise jeweils zwei analoge Geräte (Sensoren oder Aktoren), d. h. sie haben üblicherweise 2 Ports. Der obere Port hat die Bezeichnung „Port0“, der untere „Port1“. Werden Kabel zum Anschluss der analogen Geräte mitgeliefert, so tragen die Stecker einen Aufkleber mit einem Kürzel zur Angabe von Slot und Port nach dem Muster „Sl<Slotnummer>/<Portnummer>“.
Beispiel: „Sl3/1“ steht für Slot 3, Port 1, also die vierte Spalte unten.

Integrierte digitale Kontakte
Es stehen jeweils 8 Ausgänge und Eingänge zur Verfügung, die üblicherweise für zusätzliche Bedienelemente wie z. B. Tasten und deren Beleuchtung verwendet werden. Als integrierte digitale Kontakte sind sie nicht per Optokoppler isoliert. Werden isolierte oder zusätzliche digitale Kontakte benötigt, sind digitale Erweiterungsmodule erforderlich, welche über eine Typ400-Karte angesteuert werden können.
Belastbarkeit je Anschluss max. 24V/500mA

Supply
Spannungsversorgung des Controllers.
Von links nach rechts: 0V, PE, 24V

Link
Serieller Zugang zur logischen Schnittstelle LINK. Diese wird von der S320-Software verwendet, um z. B. das Steuerungsprogramm, das Betriebssystem oder die Konfigurationsdatei zu überspielen, aber auch, um Daten für die Echtzeitdarstellung in der Graph-Funktion der S320-Software zu übertragen. Wegen der höheren Datenübertragungsrate empfiehlt es sich, die logische Schnittstelle LINK über die Ethernet-Schnittstelle anzusprechen. Der serielle Zugang erlaubt jedoch die Einstellung der IP-Adresse auch dann, wenn der Zugang über die Ethernet-Schnittstelle nicht möglich ist, z. B. weil die aktuelle IP-Adresse unbekannt ist.

Ser0
Serieller Zugang zur logischen Schnittstelle COMM. Diese wird für den Austausch von ASCII-Daten, z. B. zum Abfragen oder Ändern von Parametern, zur Abfrage von Messwerten oder für Fernsteuerbefehle verwendet.

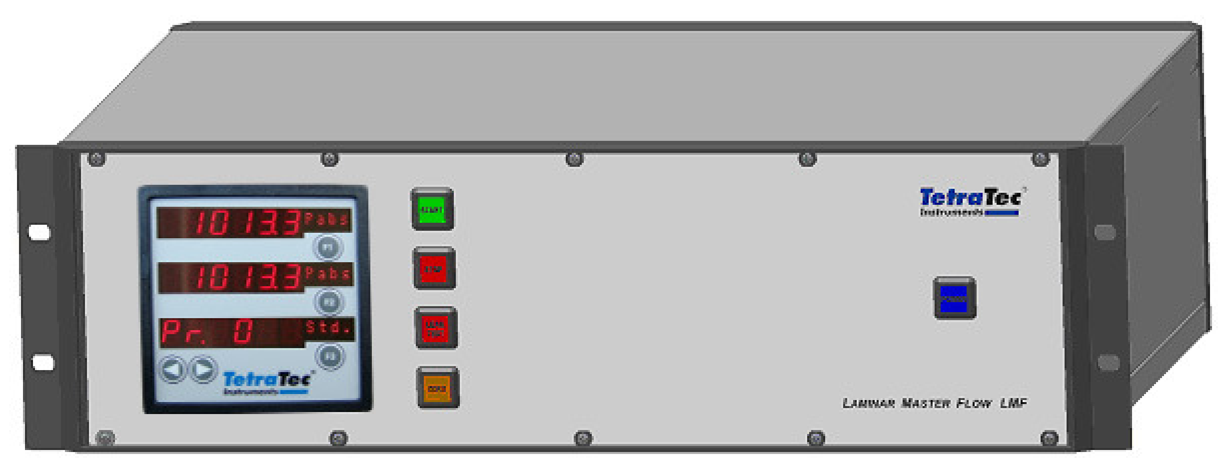
Ser1
Serielle RS485-Schnittstelle zur freien Verfügung. Die früher mögliche Vernetzung mehrerer S320-Controller via RS485-Schnittstelle wird nicht mehr unterstützt.

Ser2
Serielle RS485-Schnittstelle, die ggf. zum Anschluss serieller Sensoren verwendet wird.

Eth0
Ethernet-Schnittstelle (TCP/IP). Über die verschiedenen Ports der Ethernet-Schnittstelle sind die logischen Schnittstellen LINK und COMM mit hoher Datenübertragungsrate zugänglich. Darüber hinaus erlaubt die Ethernet-Schnittstelle weitere logische Schnittstellen (z. B. die AK-Schnittstelle oder eine virtuelle SPS-Schnittstelle via Net-IO) oder die Verknüpfung mehrerer S320-Controller.

4.3 Zusätzliche frontseitige Bedienelemente bei Einbau in ein liegendes 19“-Gehäuse

Hinweis:
Es kann sich hier nur um ein Beispiel handeln. Die konkrete Anwendung kann weniger oder mehr Bedienelemente haben oder die Bedienelemente können anders aussehen. Es können völlig andere Gehäuse Verwendung finden, es können sogar mehrere Controller S320 in einem Gehäuse untergebracht sein. Die Darstellung entspricht der gängigsten Konfiguration.



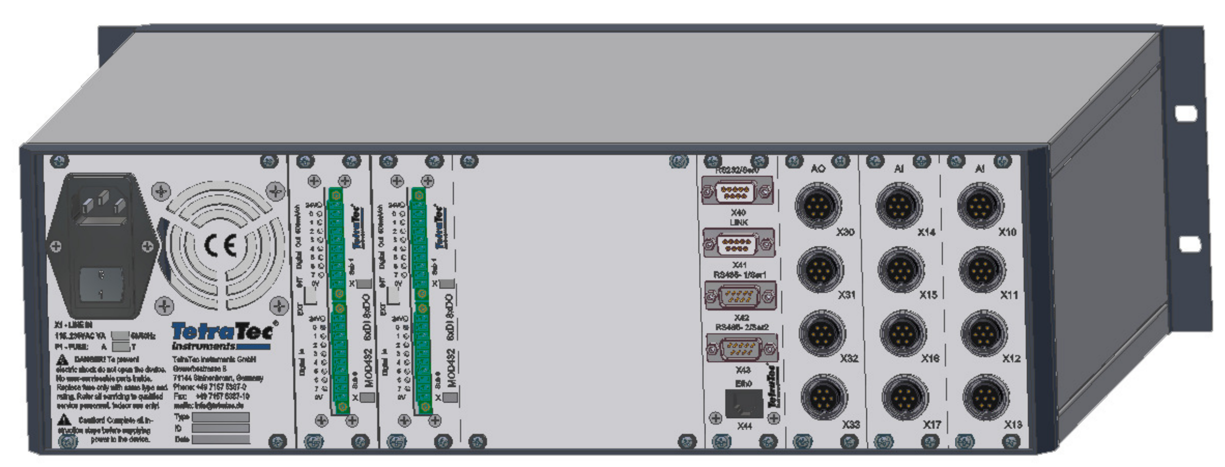
LMF von vorne (Beispiel)

Tasten

	Taste	Bedeutung
POWER	POWER	Zum Ein- und Ausschalten des Geräts (Hauptschalter muss eingeschaltet sein). POWER trennt das Gerät nicht vollständig vom Netz; dazu ist der Hauptschalter (üblicherweise auf der Rückseite) zu verwenden oder der Netzstecker zu ziehen.
START	START	Startet je nach Anwendung z. B. eine mittelwertbildende Messung.
STOP	STOP	Beendet eine gestartete Anwendung vorzeitig (z. B. eine mittelwertbildende Messung oder einen Dichtheitstest). Beendet die Anzeige der Ergebnisse nach vorzeitigem oder automatischem Abbruch einer Messung. Ist überdies äquivalent zur Tastenkombination „F1+F3“ am Controller, also um aus dem Test- oder Editier-Modus in den Standard-Modus zurückzukehren.
LEAK TEST	LEAK TEST	Startet eine Dichtheitsprüfung (optional).
Zero	ZERO	Startet einen Nullabgleich der dazu freigegebenen Sensoren. Identische Funktion wie Fernsteuerbefehl „ZERO“.

4.4 Rückseitige Schnittstellen bei Einbau in ein liegendes 19“-Gehäuse

Hinweis:
Es kann sich hier nur um ein Beispiel handeln. Die konkrete Anwendung kann eine andere Anzahl und andere Typen von Schnittstellen haben. Die Schnittstellen können z. T. anders angeordnet sein. Zusätzlich sind auch pneumatische Schnittstellen möglich. Es können völlig andere Gehäuse Verwendung finden. Die Darstellung entspricht einer sehr reich bestückten Konfiguration.



LMF von hinten (Beispiel)

Schnittstellen des Beispiels von links nach rechts

Netz-Anschluss	Mit Hauptschalter, Sicherungshalter, Lüfter und Typschild (Seriennummer). Der Hauptschalter trennt das Gerät zweipolig vom Netz. Vor dem Anschluss eines Netzkabels ist die Spannungsangabe auf dem Typenschild mit der örtlichen Netzspannung zu vergleichen.
Digitale Schnittstellen	Optoisolierte Schnittstellen für digitale Ein- und Ausgänge, wahlweise intern oder extern versorgt. Je nach Typ des digitalen Erweiterungsmoduls sind 16 Ausgänge, 16 Eingänge, oder 8 Aus- und 8 Eingänge vorhanden. Digitale Schnittstellen dieser Art werden z. B. für den Anschluss einer Hand-Fernsteuerung, zur Ansteuerung von Ventilen usw. oder zur Auswertung von Schaltern genutzt oder bilden eine SPS-Schnittstelle, die z. B. bei Einbau in ein IP54-Umgehäuse als 39- oder 40-Poliger Stecker herausgeführt werden kann.
Serielle Schnittstellen	Hier werden die seriellen Schnittstellen und die Ethernet-Schnittstelle des Controllers nach außen geführt. Die RS485-Schnittstellen sind zusätzlich terminiert. Werden im Gerät serielle Sensoren verwendet, werden diese intern an Ser2 angeschlossen, d. h. die Buchse Ser2 ist dann nicht belegt. Die seriellen Schnittstellen können auf Wunsch auch auf die Frontplatte verlegt werden, stehen dann jedoch an der Rückseite nicht mehr zur Verfügung.
Analoge Ausgänge	Analoge Ausgänge sind durch die Bezeichnung „AO“ gekennzeichnet. Sie werden z. B. als analoge Messwertausgabe oder zum Ansteuern von Aktoren mit analogem Eingangssignal, z. B. von Servo-Ventilen, verwendet.
Analoge Eingänge	Analoge Eingänge sind durch die Bezeichnung „AI“ gekennzeichnet. Sie werden für den Anschluss externer analoger Sensoren benötigt.

5 Schnittstellen für Fernbedienung

Zur Kommunikation mit Terminal-Programmen verwendet der im LMF enthaltene Controller S320 folgende logische Schnittstellen:
- „Link“
- „Comm“
- „SPS-Schnittstelle“ (Option, virtuell oder als Hardware-Schnittstelle)
- „AK-Protokoll“ (Option)

Die Schnittstelle „Link“ unterstützt die Zusatzfunktionen des auf der CD mitgelieferten Terminal-Programms S320 zu Programmierung und Inbetriebnahme, z. B. eine grafische Echtzeitdarstellung von Messwerten.

Über die Schnittstelle „Comm“ ist eine vollständige Fernbedienung möglich. Sie können Parameter abfragen und ändern, Informationen abfragen oder Aktionen auslösen. Das Kommando HELP gibt eine Übersicht über die verfügbaren Befehle aus. Dazu können Sie jedes handelsübliche Terminal-Programm benutzen (ASCII-Modus), zum Beispiel das im Lieferumfang von Microsoft Windows enthaltene Terminal-Programm Telnet. Die auf der mitgelieferten CD enthaltene S320-Software stellt ebenfalls ein solches Terminal zur Verfügung.

Die optionale SPS-Schnittstelle kann zur Anbindung an eine übergeordnete Prozessteuerung, aber auch an eine Hand-Fernbedienung oder einen PC verwendet werden. Das LMF arbeitet dabei in der Regel als fremdgesteuerte Komponente, kann aber auch selbst als übergeordnete Prozesssteuerung arbeiten. Die SPS-Schnittstelle kann als elektrische Digitalschnittstelle oder als virtuelle SPS-Schnittstelle über TCP/IP realisiert sein. Die virtuelle SPS-Schnittstelle steht im Gegensatz zu den anderen hier beschriebenen Schnittstellen nicht über RS232 zur Verfügung.
Siehe auch Abschnitt 5.4 und Kapitel 16 sowie ggf. in der Betriebsanleitung Kapitel "Optionen".

Die Schnittstelle „AK-Protokoll“ ist eine Schnittstelle zur Fernsteuerung von Abläufen im Master-Slave-Betrieb, kann also mit einer SPS-Schnittstelle verglichen werden. Sie wird auf besonderen Kundenwunsch freigeschaltet und anwendungsspezifisch konfiguriert. Die allgemeinen Informationen zum „AK-Protokoll“ finden Sie in Abschnitt 5.6, anwendungsspezifische Zusatzinformationen ggf. in der Betriebsanleitung, dort im Kapitel „Optionen“.

Physikalisch können Sie die Verbindung zu allen Schnittstellen über den Ethernet-Anschluss (TCP/IP) herstellen oder (mit Einschränkungen) die beiden RS232-Anschlüsse. Der RS232-Anschluss für die Schnittstelle „Comm“ ist in der Regel mit „RS232/Ser0“ bezeichnet.
Verwenden Sie den Ethernet-Anschluss, so werden alle Schnittstellen über die IP-Adresse des Controllers und unterschiedliche Portnummern identifiziert. Wird eine hohe Datenrate benötigt, (z. B. grafische Echtzeitdarstellung zahlreicher Messwerte) so ist die Verwendung des Ethernet-Anschlusses empfehlenswert.

Beispiel
telnet <IP-Adresse oder Name> <Portnummer>

Die IP-Adresse kann über die Schnittstelle „Link“ eingestellt werden, indem zu diesem Zweck der zugehörige RS232-Anschluss verwendet wird. Die Portnummern der Comm-Schnittstelle, der virtuellen SPS-Schnittstelle und der AK-Schnittstelle sind über die Parameter S0020, S9500 und S9600 festgelegt.

Hinweise
- Die RS485-Anschlüsse dienen dem Anschluss serieller Sensoren. Da für die Vernetzung mehrerer Controller inzwischen bessere Möglichkeiten zur Verfügung stehen, wird die Verwendung der RS485-Anschlüsse für diesen Zweck nicht mehr unterstützt.
- Wird eine der beiden RS485-Schnittstellen für interne serielle Sensoren benötigt, ist der normalerweise für diese Schnittstelle vorgesehene Gehäusestecker nicht belegt.
- Bei Sondergehäusen sind unter Umständen nur die konkret erforderlichen Anschlüsse herausgeführt.

5.1 RS232-Schnittstelle einrichten

Die serielle Schnittstelle ist voreingerichtet, Sie können die Einstellungen in der Konfigurationsdatei einsehen. Die Einstellungen sind aber auch als Parameter zugänglich, d. h. sie können über die frontseitigen Bedienelemente oder über eine bestehende serielle Verbindung geändert werden.

5.1.1 Standardeinstellungen in der Konfigurationsdatei:

Baud-Rate:
Die Übertragungsrate der RS 232 Schnittstelle
Standardeinstellung: 9600 Baud.

Parity:
Einstellung des Paritätsbits.
Standardeinstellung: NONE (kein Paritätsbit)

Stopbits:
Anzahl der Stopbits des RS 232 Senders
Standardeinstellung: 1 Stopbit
(der Empfänger ist immer auf 1 Stopbit eingestellt),

Handshake:
Einstellung des Handshake-Verfahrens:
Standardeinstellung: keines
weder RTS/CTS (nur Hardware-Handshake),
noch XON/XOFF (Software-Handshake)

Andere Einstellungen sind auf Wunsch möglich.

Die Einstellungen werden in den Parametern S0006 bis S0009 gespeichert, siehe Kapitel 9.7.1

5.1.2 Schnittstelleneinstellungen im Terminal-Programm

Wenn Sie das Terminal-Programm S320 verwenden, werden die Angaben gespeichert, Sie müssen sich also später nicht mehr darum kümmern.

- Öffnen Sie das Menü „Connect" und klicken Sie auf „Comm Settings".
  Es erscheint das Fenster „Global Settings" mit der aufgeschlagenen Registerkarte „Comm".
- Tragen sie im linken Bereich die von Ihnen benutzte Schnittstelle ein, z. B. „com1"
- Wenn Sie auch die Link-Verbindung benutzen wollen wiederholen Sie die Einstellungen in der Registerkarte „Link".

Hinweis
Wenn Sie beide Schnittstellen gleichzeitig benutzen wollen, benötigen Sie eine zweite Comm-Schnittstelle oder einen USB-serial-Adapter. In diesem Fall tragen Sie natürlich in der Registerkarte „Link" diese andere serielle Schnittstelle Ihres Rechners ein. Wenn Sie dagegen nur eine Schnittstelle bzw. nur ein Kabel haben, können Sie die Schnittstellen nur wechselweise benutzen. Tragen Sie dann diese Schnittstelle in beiden Registerkarten ein.

- Schließen Sie das Fenster „Global Settings" mit „OK".

5.1.3 Funktion der Serial-Schnittstelle testen

✓ Sie benötigen ein serielles 1:1-Kabel mit Steuerleitung mit einer 9-poligen D-Sub-Buchse und einem 9-poligen D-Sub-Stecker (im Lieferumfang enthalten).

- Verbinden Sie die serielle Schnittstelle des LMF mit der seriellen Schnittstelle Ihres Rechners.
- Wenn Sie ein allgemeines Terminal-Programm benutzen, stellen Sie die Verbindung über die serielle Schnittstelle Ihres Rechners her.

- oder -

- Wenn Sie das Terminal-Programm S320 benutzen, wechseln Sie auf die Registerkarte „CommMsg" und klicken Sie im Launchpad auf die Schaltfläche „Connect Comm".

- Drücken Sie die Eingabe-Taste Ihres Rechners.
  Die Verbindung funktioniert, wenn Sie die Antwort „Press help for details" erhalten.

5.1.4 Funktion der Link-Schnittstelle testen

Sie benötigen

- ✓ Einen Rechner mit dem installierten Terminal-Programm S320
- ✓ Wenn Sie einen OEM-Controller direkt anschließen wollen: ein mitgeliefertes Link-Kabel

- oder -

- ✓ Wenn Sie ein LMF mit Umgehäuse anschließen wollen: ein serielles 1:1-Kabel mit Steuerleitung mit einer 9-poligen D-Sub-Buchse und einem 9-poligen D-Sub-Stecker (im Lieferumfang enthalten).

- ➢ Verbinden Sie die Link-Schnittstelle des LMF mit der seriellen Schnittstelle Ihres Rechners.
- ➢ Klicken Sie im Launchpad des Terminal-Programms S320 auf „Connect Link“.
  Die Verbindung funktioniert, wenn in der Fußzeile des Terminal-Programms der erfolgreiche Aufbau der Link-Verbindung angezeigt wird.

5.2 Netzwerkschnittstelle einrichten

Sie benötigen

- ✓ Einen Rechner mit dem installierten Terminal-Programm S320
- ✓ Eine funktionierende Link-Verbindung
- ✓ Eine freigegebene IP-Adresse

5.2.1 IP-Adresse eintragen

Tipp:
Ziehen Sie für die Vergabe der IP-Adresse Ihren Netzwerk-Administrator zu Rate. Er kann der Adresse auch einen einprägsamen Rechnernamen zuweisen, was den Zugang später komfortabler macht.

- ➢ Stellen Sie sicher, dass die Option „Network enabled“ aktiv ist.
- ➢ Um die Eingabemaske für die IP-Adresse zu öffnen, klicken Sie im Menü „System“ auf den Eintrag „Network Configuration“.
- ➢ Überschreiben Sie die Default-IP-Adresse und passen Sie ggf. die Netmask an.

5.2.2 Portnummer der Link-Schnittstelle

Die Portnummer der Link-Schnittstelle ist fest auf 54490 eingestellt.

5.2.3 Portnummer der Comm-Schnittstelle

Die Portnummer der Comm-Schnittstelle ist im Regelfall auf 54491 eingestellt. Sie kann anwendungsspezifisch abweichend eingestellt sein, diese Änderung ist dann aber in der projektspezifischen Dokumentation explizit dokumentiert. Um die Portnummer der Comm-Schnittstelle auszulesen fragen Sie Parameter S0020 ab. Eine Änderung ist nicht empfehlenswert.

5.2.4 IP-Adresse und Portnummer im Terminal-Programm einstellen

Das Terminal-Programm muss die IP-Adresse (oder stattdessen den Rechnernahmen des LMF) und Portnummer kennen. Bei Telnet werden diese Angaben beim Programmaufruf über Kommandozeile einfach hinten angehängt.
Wenn Sie das Terminal-Programm S320 verwenden, werden die Angaben gespeichert, Sie müssen sich also später nicht mehr darum kümmern.

- ➢ Öffnen Sie das Menü „Connect“ und klicken Sie auf „Comm Settings“.
  Es erscheint das Fenster „Global Settings“ mit der aufgeschlagenen Registerkarte „Comm“.
- ➢ Tragen Sie im rechten Bereich die IP-Adresse bzw. den Rechnernamen des LMF und die Portnummer ein.
- ➢ Wenn Sie auch die Link-Verbindung benutzen wollen, wiederholen Sie die Einstellungen in der Registerkarte „Link“.
- ➢ Schließen Sie das Fenster „Global Settings“ mit „OK“.

5.2.5 Verbindung testen

- Wenn Sie ein allgemeines Terminal-Programm benutzen, stellen Sie die Verbindung mit IP-Adresse und Portnummer her.

- oder -

- Wenn Sie das Terminal-Programm S320 benutzen, wechseln Sie auf die Registerkarte „CommMsg“ und klicken Sie im Launchpad auf die Schaltfläche „Connect Comm“.

- Drücken Sie die Eingabe-Taste Ihres Rechners.
  Die Verbindung funktioniert, wenn Sie die Antwort „Press help for details“ erhalten.

5.2.6 Zugriffsbeschränkungen

Bei Verwendung eines Netzwerks besteht das Problem, dass die Anzahl der Rechner, von denen aus ein Zugriff möglich ist, deutlich größer ist, als beim Zugriff über andere Schnittstellen (z. B. RS232). Im Normalfall ist auch kein physischer Zugang zum Gerät mehr notwendig. So ist z. B. der Zugriff auch über das Internet möglich.

Um die Anzahl der Rechner einzuschränken, von denen aus ein Zugang möglich ist, existieren für jede Netzverbindung jeweils zwei Stringparameter mit Zugriffslisten. Für die folgende Erklärung werden diese beiden Stringparameter mit „Allow“ und „Deny“ bezeichnet. Jeder dieser Parameter enthält eine Zugriffsliste für die jeweilige Verbindung, z. B.

S0021	Allow	Für COMM-Verbindung über TCP
S0022	Deny	

S9308	Allow	Für Protokolldruck, wenn S9300=8 (passive Ausgabe über TCP)
S9309	Deny	

S9501	Allow	Für virtuelle Ein- und Ausgänge
S9502	Deny	

Zum Verständnis der Zugriffslisten sind Grundlagen des TCP/IP Netzwerksprotokolls notwendig.

Grundsätzlich gilt: Konfiguriert werden können nur Zugriffe für IP Nummern oder Rechnernamen. Ein Zugriff ist genau dann zulässig, wenn die Allow-Liste den Zugriff erlaubt oder wenn die Deny-Liste ihn nicht verbietet. Werden beide Listen verwendet, hat die Allow-Liste die höhere Priorität.

Jede der beiden Stringparameter kann eine Liste von IP-Nummern oder ersatzweise Rechnernamen enthalten. Die Verwendung von Rechnernamen funktioniert nur dann, wenn in der Netzwerkskonfiguration des Controllers ein gültiger DNS Server eingetragen ist, der die verwendeten Rechnernamen auflösen kann. Für jede Spezifikation ist zusätzlich noch die Angabe einer Netzmaske möglich. Mehrere Rechner werden durch Semikolons abgetrennt, die (optionale) Netzmaske durch den Schrägstrich. Ein vorangestelltes Ausrufungszeichen negiert den Vergleich.

Beispiele für die Syntax der Zugriffslisten:

```
# Ein Rechner spezifiziert über seine IP-Nummer
192.168.28.13

# Andere Darstellung mit expliziter Netzmaske
192.168.28.13/32

# Ein Rechner spezifiziert über den Namen
frodo.example.org

# Ein ganzes Class C Netz
192.168.28.0/24

# Alle Rechner mit Ausnahme eines Class C Netzes
!192.168.28.0/24

# Zwei Rechner
192.168.28.13;192.168.28.55

# Zwei Rechner und ein Class C Netz
192.168.28.13;frodo.example.org;192.168.0.0/24
```

Beispiele für die Verwendung der Zugriffslisten
Um genau einem einzigen Rechner den Zugang über die Comm-Schnittstelle zu ermöglichen, wird dieser Rechner in die entsprechende Allow-Liste aufgenommen. Die zugehörige Deny-Liste muss alle anderen Rechner enthalten:

```
S0021=192.168.28.13 #Allow-Liste für COMM-Verbindung
S0022=0.0.0.0/0     #Deny-Liste für COMM-Verbindung
```

Eine alternative Konfiguration ist mit Hilfe des Negationsoperators möglich:

```
S0021=""                # Allow-Liste ist leer
S0022=!192.168.28.13    # Deny-Liste enthält alle bis auf einen Rechner
```

Zugang für ein lokales Netzwerk, sowie einen weiteren Rechner:

```
S0021=192.168.28.0/24;myhost.lan    # Allow-Liste
S0022=0.0.0.0/0                     # Deny-Liste
```

Zugang für alle mit Ausnahme des Rechners public.example.org:

```
S0021=""                    # Allow-Liste ist leer
S0022=public.example.org    # Deny-Liste
```

Die Beispiele sind auch auf die anderen oben genannten Verbindungstypen anwendbar.

5.3 Abfragen und Ändern von Parametern

Hinweis
Während sich das LMF im Editiermodus befindet, können über die Schnittstelle „Comm“ keine Werte geändert werden. Sind über die Schnittstelle „Comm“ Werte geändert worden, aber noch nicht mit „EXIT“ oder „SAVE“ quittiert, so können die Werte nicht im Editiermodus von der Tastatur her geändert werden.

5.3.1 Physikalische Einheiten

Viele der Parameter repräsentieren physikalischer Größen. Wenn es dazu mehrere Einheiten gibt (z. B. PSI und mbar als Einheit für den Druck), kann im Editiermodus die Einheit ausgewählt werden. Das gilt jedoch nicht für die Abfrage oder Änderung per Fernsteuerung. Hier wird auf die Darstellung der Einheiten verzichtet. Darum gelten die Werte immer in SI-Einheiten.
Daher ist besonders bei der Eingabe eines Parameterwerts auf die vorherige Umrechnung auf SI-Einheiten zu achten. Die Eingabe physikalischer Einheiten ist nicht erlaubt.

5.3.2 Parameter abfragen

Ein beliebiger Parameter kann durch einfache Eingabe seines Namens abgefragt werden. Eine Liste von Parametern kann abgefragt werden, indem einzelne Ziffern im Namen durch das Fragezeichen ersetzt werden.

Beispiel:
```
p000?
```

Ausgabe des Controllers:
```
P0000=0
P0001=1
P0003=2
P0004=1
```

Wenn Parameter geändert wurden, aber bisher keines der Kommandos TEMP oder SAVE verwendet wurde, um die Parameter wirksam zu machen, dann wird der aktuell gültige Wert, gefolgt von einem ‚#' Zeichen, und dem neuen Wert ausgegeben.

Beispiel:
`p0000`

Ausgabe des Controllers:
`P0000=0 # 1`

5.3.2.1 Messwerte und Rechenwerte abfragen

Die Mess- und Rechenwerte sind in den R-Parametern gespeichert. Sie können also genauso abgefragt werden, wie jeder andere Parameter auch.
Zusätzlich besteht jedoch die Möglichkeit, das Kommando „RPAR“ zu verwenden, welches wesentlich mehr Informationen zur Verfügung stellt.
Siehe auch Kapitel 5.5.40.

Hinweis
Die R-Parameter zählen zu den Parametern, die nicht geändert werden können.

5.3.3 Parameter ändern

Die meisten Parameter können durch Eingabe eines Gleichheitszeichen und eines Werts nach dem Parameternamen geändert werden.

Beispiel:
`P0000=0`

Ausgabe des Controllers:
`P0000=0`

Zur Syntax der Wertangabe siehe Kapitel 6.1

Der zugewiesene Wert muss innerhalb der gültigen Grenzen für den jeweiligen Parameter sein, ansonsten wird „Range Error“ zurückgegeben. Manche Parameter sind nur lesbar („Read-only“), ein Änderungsversuch hat dann die Meldung „Access denied“ zur Folge.

Geänderte Parameter werden nicht sofort wirksam, sondern erst, wenn zusätzlich einer der Befehle ACTIVATE, TEMP oder SAVE gegeben wird.

Fehlermeldungen bei der Eingabe von Werten

Bad data	Tritt auf, wenn der Wert für den Typ des Parameters ungültig ist. Beispiel: Eine Zahl kann nicht in das geforderte Zahlenformat konvertiert werden kann.
No match	Tritt auf, wenn eine Eingabe als Parameter erkannt wird, dieser Parameter in der vorliegenden Konfiguration aber nicht vorhanden ist.
Range error	Tritt auf, wenn einen Parameter ein Wert außerhalb seines Wertebereiches zugewiesen werden soll.
No such command	Tritt auf, wenn die Eingabe nicht als Befehl erkannt wird.

5.4 Virtuelle Ein- und Ausgänge (virtuelle SPS-Schnittstelle)

Die LMF Applikation kennt neben real existierenden digitalen Ein- und Ausgängen auch virtuelle, die über eine separate Netzschnittstelle abfrag- oder setzbar sind.

Die Grundparameter für die Verbindung werden im Parameterblock S9500 eingestellt. Die Ausdrücke, welche die Werte der virtuellen Ausgänge bestimmen, liegen im Parameterblock S1300. Innerhalb von Steuerausdrücken kann der Wert eines virtuellen Eingangs mit der Funktion NI gelesen werden.

Weitere Informationen

- Steuerausdrücke siehe Kapitel 6.3
- Parameterblock S1300 siehe Kapitel 9.7.6
- Parameterblock S9500 siehe Kapitel 9.7.36

5.4.1 Kommunikation

Zur Kommunikation mit einer Gegenstelle wartet das System auf eine externe Verbindungsaufnahme. Zu einer Zeit ist nur eine Verbindung möglich. Die Kommunikation erfolgt über lesbare (ASCII) Strings, einzelne Zeilen sind mit „Carriage Return“ und „Line Feed“ abgeschlossen. Das System versteht folgende Nachrichten:

```
QUIT
NI zahl
```

QUIT beendet die Verbindung. Mit NI wird dem System eine Änderung der Eingangssignale mitgeteilt. Jedes Bit der als Parameter angegebenen Zahl entspricht einem Eingang. Zulässig sind folgende Zahlenformate:

- Dezimal: [0-9]+
- Dezimal: [0-9]+d
- Hexadezimal: [0-9a-fA-F]+h
- Dual; %[01]+
- Oktal: &[0-7]+
- Hexadezimal: $[0-9a-fA-F]+

Umgekehrt meldet der Controller über diese Verbindung auch jede Änderung der virtuellen Ausgänge. Das Format, in dem die Daten bei einer Änderung der Ausgänge geschickt werden, ist mit dem Parameter S9507 konfigurierbar. Die Definition des Formats entspricht dem beim Protokolldruck (S93XX) verwendeten, mit der Abweichung, dass genau ein einziges Ganzzahlargument verfügbar ist, nämlich der aktuelle Ausgabezustand. Damit die Gegenstelle den Anfangszustand kennt, wird er vom Controller einmal direkt nach Verbindungsaufbau verschickt.

Weitere Informationen

- Formatstrings siehe Kapitel 6.2

5.4.2 Timeouts

Verbindungsfehler (z. B. abgezogenes Netzwerkskabel) können aus technischen Gründen nur dann bemerkt werden, wenn beide System Daten austauschen. Um sicherzustellen, dass solche Fehler nicht unbemerkt bleiben, ist die Konfiguration von Timeouts möglich (und empfohlen).

Ist ein Empfangs-Timeout konfiguriert, dann geht das LMF von einem Fehler aus, wenn länger als die eingestellte Zeit kein Kommando von der Gegenstelle empfangen wurde. Die bestehende Verbindung wird abgebrochen und das System wartet auf eine neue Verbindung. Achtung: Wenn ein Empfangs-Timeout konfiguriert ist, muss die Gegenstelle in regelmäßigen Abständen Daten senden, sonst wird die Verbindung abgebrochen.

Ist ein Sende-Timeout konfiguriert, dann schickt das LMF seinerseits Daten spätestens in den konfigurierten Abständen. Wird der Zustand der Ausgänge normalerweise nur dann versendet, wenn sich etwas geändert hat, wird im Falle eines Sende-Timeouts der aktuelle Zustand auch dann gesendet, wenn der Timeout abgelaufen ist.

Ein Wert von 0 für den jeweiligen Timeout-Parameter schaltet die Timeout-Behandlung ab.

5.4.3 Zugriffskontrolle

Zwei weitere Parameter erlauben die Einschränkung des Zugriffs auf die Schnittstelle. Siehe auch Kapitel 5.2.6.

5.5 Liste der Fernsteuerbefehle der Comm-Schnittstelle

Hinweis

Die Fernsteuerbefehle gelten unabhängig davon, über welchen physikalischen Anschluss die Comm-Schnittstelle aufgebaut wurde. Wurde die RS485-Schnittstelle verwendet, ist den Fernsteuerbefehlen die Geräteadresse voranzustellen.

5.5.1 ACTIVATE

ACTIVATE aktiviert geänderte Parameter ähnlich TEMP, macht aber keinen Soft-Reset. Insbesondere wird auch das aktuell laufende Programm nicht umgeschaltet, wenn einer der dafür relevanten Parameter geändert wurde (z. B. S1000).

5.5.2 AKSEND

AKSEND verschickt einen AK Befehl, der so behandelt wird, als ob er von der AK-Schnittstelle käme. Dies funktioniert auch, wenn der Port für die AK-Schnittstelle (S9600) abgeschaltet ist. Der Befehl darf kein Start- und Endezeichen enthalten. Die Antwort auf den Befehl wird ausgegeben.

5.5.3 CACHECTRL

CACHECTRL dient der Kontrolle des schnellen binären Speichers für die Parameter. Die Eingabe des Kommandos ohne Parameter ergibt eine Ausgabe der momentanen Einstellungen bzw. des Zustands des Zwischenspeichers. Als optionale Parameter sind zulässig:

clear	Löscht den Speicherinhalt
none	Schaltet die Verwendung des Speichers ab
base	Verwendet den Speicher für die Basisparameter (ohne Änderungen durch den Benutzer)
full	Verwendet den Speicher für alle Parameter (inklusive Änderungen durch den Benutzer)

5.5.4 CONTROL

Das Kommando CONTROL gibt die Parameter für einen Regler aus. Erwartet werden zwei Argumente: Die Nummer des Programms und die Nummer des Reglers im Programm (0 oder 1).

Beispiel:

```
control 0 0

----- Control #0/0 -----
P0400 - Init mode      : 1 (manual)
*INFO - Mode           : 1 (manual)
P0401 - Hot edit       : FALSE
P0402 - T1             : +1.000000E-01
P0403 - TD             : +0.000000E+00
P0404 - TI             : +1.000000E+00
P0405 - VP             : +1.000000E+00
P0406 - Cor lower limit: +0.000000E+00
P0407 - Cor upper limit: +1.000000E+00
P0408 - Disc. time     : +2.000000E-02
P0411 - Actual value   : "R0035"
P0417 - Reset value    : ""
P0422 - Set point      : "F0000"
P0425 - SP ramp        : 0 (disabled)
P0430 - Lin method     : 0 (none)
P0435 - Jitter enable  : FALSE
```

Der Ausgabe der einzelnen Parameter ist jeweils die Parameternummer vorangestellt. Nicht aktive Parameter werden nicht ausgegeben.

5.5.5 DATE

Das Kommando DATE fragt Datum und Uhrzeit des Controllers ab, oder setzt sie. Ein Aufruf ohne Parameter gibt die aktuellen Werte zurück. Ein Aufruf mit Angabe von Zeit und Datum als Argument setzt die Echtzeituhr auf den angegebenen Wert. Das Argument muss das Format „dd.mm.yyyy hh:mm:ss“ haben. Die Uhrzeit wird stromausfallsicher gespeichert.

5.5.6 DEFAULTS

Mit dem Kommando DEFAULTS können alle Parameter auf den Auslieferungszustand zurückgesetzt werden. Das Verhalten des Kommandos lässt sich mit dem Parameter S0040 konfigurieren.

Beispiel:
```
defaults
```

Ausgabe des Controllers:
```
Please enter: "DEFAULTS 4c6a" within 15 seconds
```

Eingabe:
```
defaults 4c6a
```

Ausgabe des Controllers:
```
DEFAULTS: OK - will reboot in a moment
```

Nach dem Herstellen des Auslieferungszustands wird das Gerät neu gestartet, damit die Änderungen wirksam werden. Je nach Einstellung von S0040 muss evtl. nach dem Neustart der Reset zusätzlich am Controller mit F1 bestätigt werden.

5.5.7 DIR

DIR zeigt das Verzeichnis des Flash-ROMs an.

5.5.8 DISCARD

DISCARD verwirft alle Parameteränderungen, die noch nicht mit TEMP oder SAVE übernommen wurden.

5.5.9 DLIST

Der Befehl DLIST gibt eine Displayliste aus. Erwartet wird ein numerisches Argument (die Nummer der gewünschten Displayliste).

Beispiel:
```
dlist 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
--------- Display list 0 ---------
D0100 - Pages in list  : 11
D0101 - Mode           : 1 (row mode)
D0102 - Page #0        : 1
D0103 - Page #1        : 11
D0104 - Page #2        : 12
D0105 - Page #3        : 13
D0106 - Page #4        : 14
D0107 - Page #5        : 15
D0108 - Page #6        : 16
D0109 - Page #7        : 17
D0110 - Page #8        : 18
D0111 - Page #9        : 19
D0112 - Page #10       : 20
```

Der Ausgabe der einzelnen Parameter ist jeweils die Parameternummer vorangestellt. Nicht aktive Parameter werden nicht ausgegeben.

5.5.10 DMODE

DMODE gibt eine Übersicht, über die in den verschiedenen Modi verwendeten Displaylisten aus.

Beispiel:
```
dmode
```

Ausgabe des Controllers:
```
--------- Display mode mapping ---------
Mode  0 (Conti):         0
Mode  1 (Poll):          1
Mode  2 (Meas):          2
Mode  3 (Fill):          3
Mode  4 (Calm):          4
Mode  5 (Cal):           1
Mode  6 (Vent):          1
Mode  7 (Wait):          1
Mode  8 (MeasResult):    1
Mode  9 (Zero):          0
Mode 10 (Leak):          0
Mode 11 (LeakResult):    0
```

5.5.11 DPAGE

Mit DPAGE lassen sich einzelne Displayseiten anzeigen.

Beispiel:
```
dpage 3
```

Ausgabe des Controllers:
```
--------- Display page 3 ---------
D1030 - Upper row      : 10800 (R parameter in P0800)
D1031 - Middle row     : 10801 (R parameter in P0801)
D1032 - Bottom row     : 196 (R0196)
```

5.5.12 DUMP

Mit DUMP lassen sich auf dem Flash-ROM befindliche Dateien ausgeben. Der Dateiname wird als Argument erwartet.

Beispiel:
```
dump /dat/i-init.dat
```

Ausgabe des Controllers:
```
I0200 level=8 min=0 max=1 val=0
I0201 level=8 min=0 max=1 val=0
I0202 level=8 min=0 max=1 val=0
I0203 level=8 min=0 max=1 val=0
I0204 level=8 min=0 max=1 val=0
I0205 level=8 min=0 max=1 val=0
I0206 level=8 min=0 max=1 val=0
I0207 level=8 min=0 max=1 val=0
I0208 level=8 min=0 max=1 val=0
I0209 level=8 min=0 max=1 val=0
(End of file)
```

ACHTUNG: Der Befehl ergibt nur mit Textdateien sinnvolle Ausgaben.

5.5.13 EDITMENU

Der Befehl EDITMENU startet das Editiermenu auf dem Controller und entspricht dort der Tastenkombination “F1 (lang)”.

5.5.14 EVAL

Mit EVAL lassen sich Ausdrücke testen, wie sie zum Beispiel in den Parameterblöcken S14XX oder S18XX Verwendung finden.

Beispiel:
```
eval meas & (measmode = 1)
```

Ausgabe des Controllers:
```
meas & (measmode = 1) => Integer (0)
```

Das EVAL Kommando lässt sich auch als kleiner Taschenrechner verwenden.

Beispiel:
```
eval 2.0 * 3.14
```

Ausgabe des Controllers:
```
2.0 * 3.14 => Float (+6.280000E+00)
```

5.5.15 EXTFUNC

EXTFUNC dient zur Ausgabe von Parametern aus dem H1000 Block (externe parametrierbare Funktionen). Das Argument zum Befehl gibt die Nummer der externen Funktion an (0..19).

Beispiel:
```
extfunc 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- ExtFunc #0 -----
H1000 - Type           : 0 (expression)
H1001 - Expression     : "R0035*3.0"
```

5.5.16 FACDBG

FACDBG dient zur Steuerung von Debug-Ausgaben und ist nicht für die Benutzung des Endanwenders vorgesehen.

5.5.17 FILTER

FILTER dient zur Ausgabe von Parametern aus dem H5000 Block (externe, parametrierbare Filter). Das Argument zum Befehl gibt die Nummer des externen Filters an (0..9).

Beispiel:
```
filter 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- Filter #0 -----
H5000 - Type           : 0 (off)
```

5.5.18 FLIPFLOP

Das Kommando FLIPFLOP gibt die Einstellungen eines Flipflops aus. Als Parameter muss die Nummer des Flipflops (0 .. 9) angegeben werden.

Beispiel:
```
flipflop 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- FlipFlop #0 -----
S1200 - What           : 3 (one-shot, not retriggerable)
S1201 - Set expression : "AKREM"
S1203 - Hold time      : +1.000000E+00
```

5.5.19 GASMIX

Das Kommando GASMIX gibt Informationen zu einer Gasmischung aus. Als Parameter muss die Nummer der Gasmischung (0 .. 9) angegeben werden.

Beispiel:
```
gasmix 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- GasMix #0 -----
M0000 - Name           : "Mischgas 0"
M0001 - Count          : 2
M0010 - 0. Gas         : 1 (Air)
M0011 - 0. Frac        : +5.000000E+01
M0015 - 1. Gas         : 14 (N2O)
M0016 - 1. Frac        : +5.000000E+01
```

Der Ausgabe der einzelnen Parameter ist jeweils die Parameternummer vorangestellt. Nicht aktive Parameter werden nicht ausgegeben.

5.5.20 HASDEFAULTS

Prüft, ob Parameter gegenüber dem Auslieferungszustand verändert worden sind.

5.5.21 HEAPINFO

Gibt Informationen über die Verwendung des dynamischen Speichers aus.

5.5.22 HELP

HELP gibt eine Kurzübersicht über die verfügbaren Befehle aus.

Beispiel:
```
help
```

Ausgabe des Controllers:
```
ACTIVATE          Activate changed parameters
CACHECTRL cmd     clear,none,base,full
CONTROL prog c    Query controller data
CTRLMENU          Enter the control menu
DATE [datetime]   Display/set time and date (Format: dd.mm.yyyy hh:mm:ss)
DEFAULTS          Reset to manufacturer settings
DIR               Flash rom directory
DISCARD           Discard modified parameters
DLIST n           Show display list n
DMODE             Print display mode mapping
DPAGE p           Show display page p
DUMP              Dump a file
EDITMENU          Enter the edit menu (hold F1)
EVAL [-t]         Evaluate an expression
EXTFUNC n         Display function data
FACDBG            Enable/disable debug facilities
FILTER n          Display filter data
FLIPFLOP n        Display flipflop data
GASMIX n          Display gasmix data
HASDEFAULTS       Check for manufacturer settings
HEAPINFO          Print heap info
HELP              Print command descriptions
HIGHSPEED         Toggle high speed mode
HWERROR           Display hardware error statistics
INPUT n           Display analog input data
IVALVE n          Display impulse valve data
IZERO             Zero one input
LASTSTATES        Print last states
LEAK              Start the leak test
```

```
LOAD              Load parameters from a file
LOGLEVEL          Set the log level
MEAS              Start measurement
MELE n            Display mechanical element data
NCOMBI n          Print nozzle combination for section n
OUTPUT n          Display analog output data
PRIMARY n         Display primary element data
PROG [sec prog]   Query or set the running program
PROGMENU          Enter the prog menu (hold F2)
QUIT              Terminate the network connection
RATING p          Show rating criteria for program p
RPAR n            Display read parameter n
RUN code          Run a piece of script code
SAVE              Save parameters
SCRIPTINFO        Script interpreter info
SISEND            Send a command to a serial sensor
STOP              Stop measurement/soft reset
SUBPROG [n]       Display sub program data
SUBS n            Display subscription data
TEMP              Use modified parameters
TESTMENU          Enter the test menu (hold F3)
TIMESTAT          Print time statistics
VERS              Print the software version number
ZERO              Zero all inputs
param             Query parameter value (i.e. P1234)
param=value       Set parameter (i.e. P1234=1)
```

5.5.23 HIGHSPEED

Schaltet in bzw. aus dem Highspeed Modus, wenn ein solcher konfiguriert ist.

5.5.24 HWERROR

Gibt Informationen über Hardware-Fehler aus. Siehe Parameterblock S0350 ff.

5.5.25 INPUT

INPUT gibt Informationen über einen Analogeingang aus. Als Parameter muss die Nummer des Eingangs (0 .. 19) angegeben werden. Die Daten entsprechen den Parametern eines Eingangs aus dem S-Parameterblock S2XXX/S3XXX.

Beispiel:
```
input 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- Input #0 -----
S2000 - Type    : 0 (internal AI)
S2001 - Lin method     : 0 (Polynom)
S2005 - Lin poly order : 1
S2010 - Lin factor #0  : -7.500000E+02
S2011 - Lin factor #1  : +1.875000E+02
S2020 - Lin X factor   : +1.000000E+00
S2021 - Lin Y factor   : +1.000000E+00
S2022 - Serial number  : ""
S2030 - Offs    : +0.000000E+00
S2031 - Offs method    : 0 (before linearization)
S2032 - Zero input     : 0 (no)
S2033 - Zero Timeout   : +0.000000E+00
S2034 - Zero group     : 0
S2035 - 4 mA Check     : FALSE
S2036 - Range check    : 0 (no)
S2039 - Damping : 1
S2050 - Port number    : 0
S2051 - Filter freq.   : +0.000000E+00
```

Der Ausgabe der einzelnen Parameter ist jeweils die Parameternummer vorangestellt. Nicht aktive Parameter werden nicht ausgegeben.

5.5.26 IVALVE

Das Kommando IVALVE gibt Informationen über ein Impulsventil aus. Als Parameter muss die Nummer des Impulsventils (0 .. 9) angegeben werden. Die Daten entsprechen einem Block aus dem Parameterbereich S16XX.

Beispiel:
```
ivalve 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- IValve #0 -----
S1600 - Open port      : 4
S1601 - Close port     : 5
S1602 - State expr     : "(STATE >= 2400) && (STATE < 2500)"
```

Der Ausgabe der einzelnen Parameter ist jeweils die Parameternummer vorangestellt. Nicht aktive Parameter werden nicht ausgegeben.

5.5.27 IZERO

IZERO nullt einen einzelnen Eingang. Als Parameter muss die Nummer des Eingangs eingegeben werden. Das Kommando ist nur im Standard-Modus zulässig. Eine Rückmeldung erfolgt nur bei groben Syntaxfehlern der Eingabe.

Beispiel:
```
izero 0
```

5.5.28 LASTSTATES

Mit LASTSTATES lässt sich eine Liste der letzten 10 internen Zustände anzeigen. Dieses Kommando ist nur für die Fehlersuche und für Entwicklerzwecke sinnvoll anwendbar und sollte nur von Fachpersonal verwendet werden.

5.5.29 LEAK

Das Kommando LEAK startet eine Dichtheitsprüfung. Falls die Messstrecke entsprechend ausgestattet ist, werden Absperrventile an den Ein- und Ausgängen der Messstrecke geschlossen und die Druckänderung über eine konfigurierbare Zeit gemessen.

5.5.30 LOAD

Erlaubt das Laden einer Parameterdatei zur Laufzeit. Die Datei muss auf dem Dateisystem des Controllers gespeichert sein und sinnvolle Parameter enthalten.

5.5.31 LOGLEVEL

Mit dem Befehl LOGLEVEL lässt sich die Ausgabe von Meldungen abfragen oder beeinflussen. Dieses Kommando ist nur für die Fehlersuche und für Entwicklerzwecke sinnvoll anwendbar und sollte nur von Fachpersonal verwendet werden.

5.5.32 MEAS

Das Kommando MEAS startet eine mittelwertsbildende Messung.

5.5.33 MELE

MELE gibt Informationen über ein mechanisches Element aus (Parameterblock M1000-M1099). Das Argument ist die Nummer des mechanischen Elements.

Beispiel:
```
mele 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- Element #0 -----
M1000 - Name            : "Elementname"
M1001 - Move[0]         : "Bewegung GS"
M1002 - Move[1]         : "Bewegung AS"
M1003 - Error[0]        : "Fehler GS"
M1004 - Error[1]        : "Fehler AS"
M1005 - Actual expr     : "-1"
M1006 - Timeout         : +5.000000E+00
*INFO - Actual state    : -1
*INFO - Target state    : 0
*INFO - Element state   : 3 (Timeout)
```

5.5.34 NCOMBI

NCOMBI gibt Informationen über eine Düsenkombination aus (Parameterblock C0000-C0199). Das Argument ist die Nummer der Düsenkombination.

Beispiel:
```
Ncombi 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
Nozzle combination is not available
```

5.5.35 OUTPUT

OUTPUT gibt Informationen über einen Analogausgang aus. Als Parameter muss die Nummer des Ausgangs (0 .. 9) angegeben werden. Die Daten entsprechen den Parametern eines Ausgangs aus dem S-Parameterblock S8XXX.

Beispiel:
```
output 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- Output #0 -----
S8000 - Type    : 0 (Internal AO)
S8001 - Output expr     : "(RPAR[2]-80000.0)/(120000.0-80000.0)"
S8005 - Error handling : 1 (use fixed value)
S8006 - Error value     : +0.000000E+00
S8050 - Port number     : 0
```

Der Ausgabe der einzelnen Parameter ist jeweils die Parameternummer vorangestellt. Nicht aktive Parameter werden nicht ausgegeben.

Der Ausdruck in S8001 muss einen Wert zwischen 0 und 1 ergeben, entsprechend 0 bis 100% des elektrischen Ausgabesignals. Im angegebenen Beispiel wird der Wert des R-Parameters R0002 (das ist der absolute Messdruck) auf den Wertebereich 800 bis 1200 mbar skaliert, wobei die Grenzen in der Regel in SI-Einheiten anzugeben sind (Ausnahmen: Strom in mA, R-Parameter Ry060 bis Ry064 passend zu den hinterlegten Formeln). Der Ausdruck kann nicht im Editiermenü geändert werden. Im Ausdruck können natürlich auch Bezüge zu anderen Parametern verwendet werden, beispielsweise damit Minimum, Maximum und Nummer des auszugebenden R-Parameters in projektspezifischen Parametern editiert werden können. Diese projektspezifisch Parameterbelegung ist ggf. im Dokument „Betriebsanleitung und Systemkonfiguration“ dokumentiert.

5.5.36 PRIMARY

Das Kommando PRIMARY gibt Informationen über ein Primär-Element aus. Als Parameter muss die Nummer des Primär-Elements (0 .. 139) angegeben werden. Die Daten entsprechen den Parametern eines Primär-Elements aus den Parameterblöcken S4XXX/S5XXX/S6XXX/S7XXX bzw. EXXXX.

Beispiel:
```
primary 1
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- Primary #1 -----
S4100 - Type    : 0 (standard LFE)
S4101 - Cal gas : 1 (Air)
S4102 - Cal pressure    : +1.013207E+05
S4103 - Cal temperature: +2.942610E+02
S4104 - Cal humidity    : +0.000000E+00
S4105 - Lin poly order : 3
S4110 - Lin factor #0  : +0.000000E+00
S4111 - Lin factor #1  : +5.536489E-04
S4112 - Lin factor #2  : -5.144490E-07
S4113 - Lin factor #3  : +0.000000E+00
S4120 - Lin X factor    : +1.000000E-02
S4121 - Lin Y factor    : +6.000000E+04
S4122 - Serial number  : "752970-J9"
```

Der Ausgabe der einzelnen Parameter ist jeweils die Parameternummer vorangestellt. Nicht aktive Parameter werden nicht ausgegeben.

5.5.37 PROG

Mit dem Kommando PROG wird das aktuell laufende Programm abgefragt oder gewählt. Um ein Programm zu wählen, muss immer die Kombination aus Messkreis-Nummer und Programm-Nummer angegeben werden. Bei Systemen mit nur einem Messkreis ist die Messkreisnummer immer 0.

Beispiele
Abfragen aktuelles Programm bei einem System mit nur einem Messkreis:
Kommando: `PROG`
Antwort: `0`

Abfragen aktuelle Programme bei einem System mit zwei Messkreisen:
Kommando: `PROG`
Antwort: `0 5`

In Messkreis 0 Programm 2 wählen:
Kommando: `PROG 0 2`
Antwort: `OK`

Hinweis
Der Befehl PROG ändert nur das aktuell laufende Programm. Bei einem Soft-Reset (z. B. nach Eingabe von TEMP), oder bei einem Neustart des Controllers wird das Programm wieder durch Parameter S100x festgelegt.

5.5.38 PROGMENU

Das Kommando PROGMENU ruft das Programmmenu des Controllers auf. Der Befehl entspricht der Tastenkombination „F2 (lang)“.

5.5.39 QUIT

QUIT beendet eine bestehende Netzwerksverbindung.

5.5.40 RATING

Der Befehl erwartet als Argument eine Programmnummer. Ausgegeben werden die Bewertungskriteren für dieses Programm (Parameter Pn500 ff.).

Beispiel:
```
rating 0
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- Rating for program 0 -----
P0500 - What    : 0 (off)
P0501 - Value   : R0030
P0502 - Limit low      : +0.000000E+00
P0503 - Limit high     : +0.000000E+00
P0510 - What    : 0 (off)
P0511 - Value   : R0030
P0512 - Limit low      : +0.000000E+00
P0513 - Limit high     : +0.000000E+00
P0520 - What    : 0 (off)
P0521 - Value   : R0030
P0522 - Limit low      : +0.000000E+00
P0523 - Limit high     : +0.000000E+00
P0530 - What    : 0 (off)
P0531 - Value   : R0030
P0532 - Limit low      : +0.000000E+00
P0533 - Limit high     : +0.000000E+00
```

5.5.41 RPAR

Der Befehl RPAR gibt Informationen über einen R-Parameter aus. Im Gegensatz zur Abfrage via RXXXX stehen nicht nur der Wert des Parameters, sondern auch Zusatzinformation, wie z. B. der Fehlercode zur Verfügung. Der Befehl benötigt die Nummer des R-Parameters als Argument.

Beispiel:
```
rpar 1
```

Ausgabe des Controllers:
```
----- R0001 -----
Error  = OK
Val    = +8.548035E+00 Pa
Val    = +8.548035E-02 mbar
Disp   =   0.085 mbar
Digits = 3
Unit   = 3
Desc   = "Pdif\4U"
```

Der erste Wert mit der Bezeichnung „Val“ ist der Wert in SI Einheiten. Der zweite ist derselbe Wert umgerechnet in die jeweilige Anzeigeeinheit. „Disp“ ist der Wert, der auf dem Controllerdisplay ausgegeben wird. „Digits“ und „Unit“ sind Nachkommastellen und Einheit.

5.5.42 RUN

Mit RUN können kurze Stücke Scriptcode zu Testzwecken ausgeführt werden. Die Funktion ist nicht für Endanwender vorgesehen.

5.5.43 SAVE

Mit SAVE werden Änderungen an Parametern netzausfallsicher gespeichert. Es ist sicherzustellen, dass während des Speichervorgangs (Controller zeigt SAVE im rechten, oberen Display an) die Stromversorgung nicht unterbrochen wird.

5.5.44 SCRIPTINFO

SCRIPTINFO gibt eine Liste der in Ausdrücken verwendbaren Funktionen und Variablen als kleine Erinnerung aus.

Beispiel:
```
scriptinfo
```

Ausgabe des Controllers:

```
Symbol table
----------------------------
ABS (FLOAT): FLOAT
ABS (INT): INT
ACTIVATE ()
AKACK: INT
AKCALMAX: INT
AKCALMIN: INT
AKGO: INT
AKLDET: INT
AKPROG: INT[3]
AKREM: INT
AKSTART: INT
AKVDET: INT
AKZERO: INT
CYCLE: FLOAT
CYCLECOUNT: INT
DI: INT[8]
E: CONST FLOAT
```

5.5.45 SISEND

Mit SISEND können Kommandos über den RS485 Bus verschickt werden, an den serielle Sensoren angeschlossen sind. Dieses Kommando ist nur für die Fehlersuche und für Entwicklerzwecke sinnvoll anwendbar und sollte nur von Fachpersonal verwendet werden.

5.5.46 STOP

Beendet eine gestartete Anwendung vorzeitig (z. B. eine mittelwertbildende Messung oder einen Dichtheitstest).
Beendet die Anzeige der Ergebnisse nach vorzeitigem oder automatischem Abbruch einer Messung.

5.5.47 SUBPROG

Erwartet als Argument die Nummer eines Subprogramms. Gibt die U-Parameter des zugehörigen Subprogramms aus.

5.5.48 SUBS

Das Kommando gibt Informationen über eine Subscription aus. Die Funktion ist nicht für Endanwender vorgesehen.

5.5.49 TEMP

Mit TEMP werden Änderungen an Parametern temporär, d. h. bis zum nächsten Neustart des Controllers übernommen.

5.5.50 TESTMENU

Der Befehl TESTMENU ruft den Testmodus des Controllers auf. Der Befehl entspricht der Tastenkombination „F3 (lang)“

5.5.51 TIMESTAT

Das Kommando TIMESTAT gibt Informationen über die Dauer der im Controller durchgeführten Verarbeitungsschritte aus. Die Ausgaben sind nur für Entwickler sinnvoll nutzbar.

5.5.52 VERS

VERS gibt Informationen zum Software-Versionsstand aus.

Beispiel:
```
vers
```

Ausgabe des Controllers:
```
Serial number:    337C005
Project:          PA493
Software version: 6 / 16625
SPELLOS version:  16969
Compiled on:      2010-10-11 11:34:10
Compiler used:    6.0.7a / 16969
Ok
```

5.5.53 ZERO

Mit dem Kommando ZERO wird der Ablauf für den Nullabgleich der Sensoren gestartet. Dabei werden alle Sensoren genullt deren Eingänge als nullbar definiert sind. Diese Eigenschaft ist in den Parametern S2x32 gespeichert, wobei x für die Nummer des Eingangs steht.
Abhängig von der Ausstattung der Messstrecke können definierte Betriebszustände hergestellt werden, z. B. durch das Schalten von Ventilen, welche die Drucksensoren von der Messstrecke trennen und einen Druckausgleich herstellen. Welche Ventile in welchem Betriebszustand geschaltet werden, ist im Parameterblock S1800 definiert.

Bis zum Erreichen eines Druckausgleichs inkl. Thermalisierung ist in der Regel eine Beruhigungszeit erforderlich. Es ist nun möglich, bis zu drei Beruhigungszeiten und bis zu drei Gruppen von Sensoren zu definieren, welche nach Ablauf der jeweiligen Beruhigungszeit gleichzeitig genullt werden.
Die Beruhigungszeiten sind in den Parametern S1100, S1101 und S1102 gespeichert.

Jeder Sensoreingang kann einer der Gruppen zugeordnet werden. Diese Zuordnung ist in den Parametern S2x34 gespeichert, wobei x wiederum für die Nummer des Eingangs steht.

Hinweise zum Ablauf

- Die Beruhigungszeiten sollen so gewählt sein, dass die Annahme berechtigt ist, dass der Sensor nach Ablauf der Beruhigungszeit physikalisch einen Nullwert messen wird.
- Ein realer Sensor wird einen von Null verschiedenes Signal senden (Offset). Es hängt nun von der Einstellung von Parameter S2x31 ab, ob der Offset mit dem am Eingang tatsächlich anliegenden Signal (z. B. einer Spannung) verrechnet wird, oder mit dem durch das Linearisierungspolynom berechneten physikalischen Wert. In der Regel ist letzteres gewünscht.
- Nachdem alle Beruhigungszeiten abgelaufen und alle Sensorgruppen genullt sind, wird der vorige Betriebszustand fortgesetzt.
- Die Offset-Werte werden nicht netzausfallsicher gespeichert. Um dies zu erreichen, muss zusätzlich das Kommando SAVE gesendet werden. Dies ist jedoch mit Zurückhaltung zu verwenden, da das Flash-ROM nur endlich oft beschreibbar ist.
- Jeder Sensor kann unabhängig von Fernsteuerbefehlen oder Funktionstasten am Gerät automatisch in festen Zeitabständen abgeglichen werden. Das Intervall ist im Parameter S2x33 gespeichert.

Weitere Informationen und Hinweise zu Voraussetzungen des Nullabgleichs finden Sie in Kapitel 7.4.3.

5.6 AK-Protokoll

Das AK-Protokoll ist ein ASCII-Master-Slave-Protokoll. Dabei fungiert eine übergeordnete Steuerung als Master und das LMF als Slave.

Die physikalische Verbindung wird standardmäßig über die Ethernet-Schnittstelle hergestellt. Alternativ kann die RS232-Schnittstelle verwendet werden. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die RS232-Schnittstelle nicht mehr für die (logische) Comm-Schnittstelle zur Verfügung steht. Außerdem müssen hierfür die Werte von zwei Parametern geändert werden:

Parameter	Ethernet-Schnittstelle	RS232-Schnittstelle
S0006	5	0
S9600	54489	-1

Vorsicht
Die unsachgemäße Änderung dieser Parameter kann zum Verlust der Funktionalität des Geräts führen und ist daher Mitarbeitern der TetraTec Instruments GmbH vorbehalten.

5.6.1 Aufbau des Protokolls

Die Kommandos des Masters und die Antworten des LMF beginnen immer mit dem Steuerzeichen <STX> und enden mit dem Steuerzeichen <ETX>.
Zeichenfolgen, welche nicht mit <STX> beginnen und <ETX> enden, werden nicht als interpretierbare Kommandos erkannt und ignoriert.

Kommando des Masters

Byte #	Byte	Beschreibung
1	<STX>	Steuerzeichen für Start der Übertragung
2	<DC>	Don’t care byte (wird ignoriert)
3	FC1	Erstes Byte des Kommandocodes
4	FC2	Zweites Byte des Kommandocodes
5	FC3	Drittes Byte des Kommandocodes
6	FC4	Viertes Byte des Kommandocodes
7	Blank	Leerzeichen
8	CH1	Erstes Byte des Kanals, hier immer „K“
9	CH2	Zweites Byte des Kanals, hier immer „0“
	Data	optionale Datenstrings, jeweils getrennt durch ein Leerzeichen
n	<ETX>	Steuerzeichen für Ende der Übertragung

Das Kommando besteht, abgesehen von den beschriebenen Steuer- und Trennzeichen,
- aus dem Kommandocode (4 Bytes),
- der Kanalnummer (2 Bytes)
- und einer vom Kommandocode abhängigen Anzahl an Datenstrings.

Der Kommandocode besteht aus 4 Großbuchstaben, wobei das erste Zeichen ein ‚A’, ‚E’ oder ‚S’ sein muss.
- Mit ‚A’ beginnende Kommandos („Abfragekommandos“) können immer ausgeführt werden.
- Kommandos, die mit ‚E’ („Einstellkommandos“) oder ‚S’ („Steuerkommandos“) beginnen, werden nur ausgeführt, wenn sich das LMF im Remote-Modus befindet.
  Ausnahme
  Das Kommando SREM schaltet das LMF in den Remote-Modus und kann folglich ebenfalls immer ausgeführt werden.

Die Kanalnummer legt fest, welches Gerät vom Master angesprochen wird. Das LMF erwartet grundsätzlich die Kanalnummer „K0“.

Abhängig vom Kommandocode erwartet das LMF eine festgelegte Anzahl an Datenstrings.
Anzahl, Bedeutung und Format der Datenstrings ist bei der Beschreibung der einzelnen Kommandos festgelegt.

Antwort des LMF

Byte #	Byte	Beschreibung
1	<STX>	Steuerzeichen für Start der Übertragung
2	<DC>	Don't care byte (hier immer Leerzeichen)
3	FC1	Erstes Byte des empfangenen Kommandocodes
4	FC2	Zweites Byte des empfangenen Kommandocodes
5	FC3	Drittes Byte des empfangenen Kommandocodes
6	FC4	Viertes Byte des empfangenen Kommandocodes
7	Blank	Leerzeichen
8	<STS>	Alarmbyte
	Data	optionale Datenstrings, jeweils getrennt durch ein Leerzeichen
n	<ETX>	Steuerzeichen für Ende der Übertragung

Die Antwort des LMF besteht, abgesehen von den beschriebenen Steuer- und Trennzeichen,
- aus einer Wiederholung des empfangenen Kommandocodes,
- einem Alarmbyte
- und einer vom Kommandocode abhängigen Anzahl an Datenstrings.

Das Alarmbyte enthält den Wert ‚0', wenn zum Zeitpunkt der Abfrage kein Fehler im LMF vorliegt, ansonsten einen der Werte ‚1' bis ‚9'.
- Beim ersten Auftreten eines Fehlers enthält das Alarmbyte den Wert ‚1'.
- Bei Andauern des Fehlerzustands wird das Alarmbyte bei jeder neuen Abfrage um 1 erhöht.
- Auf den Wert ‚9' des Alarmbytes folgt wieder der Wert ‚1'.

Die möglichen Fehlerursachen sind anlagenspezifisch.

Der Empfang eines nicht ausführbaren Kommandos (Syntaxfehler, Kommando kann im momentanen Zustand nicht ausgeführt werden usw., s. Abschnitt 5.6.2) führt nicht zum Setzen des Alarmbytes.

Anzahl, Bedeutung und Format der Datenstrings ist von dem ausgeführten Kommando abhängig, Details entnehmen Sie der Beschreibung der einzelnen Kommandos.

5.6.2 Reaktion auf nicht ausführbare Kommandos

Im folgenden werden Situationen beschrieben, unter welchen ein Kommando nicht ausgeführt werden kann, sowie die entsprechende Antwort des LMF.

- Der Kommandocode besteht aus weniger als 4 Zeichen. In diesem Fall kann das Kommando nicht zurückgeschickt werden, es wird der Fehler „SE" (Syntax-Error) zurückgegeben.
  Beispiel:
  Kommando: <STX> ABC<ETX>
  Antwort: <STX> ???? 0 SE<ETX>

- Auch in den folgenden Fällen wird ein Syntax-Error zurückgegeben:
  - Der Kommandocode besteht zwar aus 4 Zeichen, jedoch nicht aus 4 Großbuchstaben.
  - Das erste Zeichen ist weder ‚A' noch ‚E' oder 'S'.
  - Es folgt kein Leerzeichen.
  - Die Kanalangabe ist unvollständig.
  - Der Kommandocode ist zwar formal korrekt, aber unbekannt.

  Ist das Kommando bekannt und folgen nach dem Kommando mindestens 3 Zeichen, so wird das Kommando zurückgegeben.
  Beispiel:
  Kommando: <STX> SREMK <ETX>
  Antwort: <STX> SREM 0 SE<ETX>

Andernfalls (Kommando ist unbekannt oder es folgen weniger als 3 Zeichen), wird „????“ zurückgegeben.
Beispiel:
Kommando: <STX> SREm K0<ETX>
Antwort: <STX> ???? 0 SE<ETX>

- Als Kanalnummer wurde nicht «K0» empfangen. In diesem Fall wird die Fehlermeldung „NA“ (not available) zurückgegeben.
  Beispiel:
  Kommando: <STX> SREM K1<ETX>
  Antwort: <STX> SREM 0 NA<ETX>

- Im Fall eines fehlerhaften Datenstrings wird die Fehlermeldung „DF“ zurückgegeben:
  - Es wurde nicht die erforderliche Anzahl an Daten empfangen.
  - Die Daten sind formal nicht interpretierbar (Datenstring ist z. B. nicht als Fliesspunktzahl interpretierbar, obwohl dies erwartet wird)
  - Die Datenwerte liegen außerhalb erlaubter Bereiche.

  Beispiel: Dem Kommando SREM werden fälschlicherweise Parameter mitgegeben
  Kommando: <STX> SREM K0 1.2345<ETX>
  Antwort: <STX> SREM 0 DF<ETX>

- Das System ist nicht im Remote-Modus und das gesendete Kommando ist weder ein Abfragekommando noch das Kommando SREM. In diesem Fall wird die Fehlermeldung „OF“ („Offline“) zurückgegeben.
  Beispiel:
  Kommando: <STX> SACT K0<ETX>
  Antwort: <STX> SACT 0 OF<ETX>

- Das gesendete Kommando ist zwar formal korrekt, kann aber zum momentanen Zeitpunkt bzw. im momentanen Zustand des Systems nicht ausgeführt werden. In diesem Fall wird die Fehlermeldung „BS“ („Busy“) zurückgegeben.

  Beispiel: Während einer mittelwertsbildenden Messung im manuellen Modus kann nicht in den Remote-Modus umgeschaltet werden.

  Kommando: <STX> SREM K0<ETX>
  Antwort: <STX> SREM 0 BS<ETX>

Die Situationen, in welchen ein Kommando nicht ausgeführt werden kann, sind kommandospezifisch und werden im Detail bei der Dokumentation der einzelnen Kommandos beschrieben.

5.6.3 APAR

Abfrage von Parametern

Parameter: <Parameternummer>
Antwort: <Wert des abgefragten Parameters>

Beispiele

Abfrage des Geräte-Seriennummer (Parameter S0099, Seriennummer P7306):

APAR K0 S0099
APAR 0 P7306

Abfrage des Normdrucks (Parameter S0101, Normdruck 1013,25 mbar):

APAR K0 S0101
APAR 0 +1.013250E+05

Abfrage der Messzeit in Programm 0 (Parameter P0701, Messzeit 20 sec):

APAR K0 P0701
APAR 0 +2.000000E+01

Abfrage der aktuellen Temperatur (Parameter R0003, Temperatur 22,8°C):

APAR K0 R0003
APAR 0 +2.959857E+02

Anmerkungen

- Es können grundsätzlich alle Parameter mit dem Kommando APAR abgefragt werden, also insbesondere:
  - System-Parameter (S-Parameter, Sxxxx).
  - programmabhängige Parameter (P-Parameter, Pnxxx).
  - alle Sensor-Messwerte und alle daraus errechneten Werte (R-Parameter, Rxxxx).
- Die zurückgegebenen Werte sind, abhängig vom Parameter, Ganzzahlen, Fliesspunktzahlen oder Strings.
- Fliesspunktzahlen werden im Format +1.123456E+01 zurückgegeben.
- Mit Einheiten behaftete Werte werden grundsätzlich in SI-Einheiten zurückgegeben.
- Eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Parameter befindet sich in der Regel in der projektspezifischen Betriebsanleitung. Eine vollständige Übersicht aller Parameter befindet sich im Referenzhandbuch in Kapitel 9.10

5.6.4 ASTF

Abfrage des Fehlerstatus

Parameter: -
Antwort: <Fehlercode>

Beispiele

Kein Fehler:
ASTF K0
ASTF 0 0

Sensorfehler bei Temperatursensor (siehe Anmerkungen):
ASTF K0
ASTF 1 4

Anmerkungen

- Zurückgegeben wird ein numerischer Fehlercode.
- Wenn kein Fehler vorliegt, wird der Fehlercode „0“ zurückgegeben.
- Die sonstigen Fehlercodes werden anwenderspezifisch parametriert. Die Standardparametrierung codiert binär Sensorfehler bei den Sensoren für Differenzdruck, Absolutdruck und Temperatur sowie den allgemeinen Fehler FAIL
  - Fehler bei Differenzdruck: 1
  - Fehler bei Absolutdruck: 2
  - Fehler bei Temperatur: 4
  - FAIL: 8
- FAIL wird z. B. gesetzt, wenn kein gültiges Programm gewählt wurde (siehe Kommando SPRG, Abschnitt 5.6.10) oder wenn ein Prüfablauf vor Beginn der eigentlichen Messphase abgebrochen wurde. Der Fehler FAIL wird erst zurückgesetzt, wenn die nächste Prüfung gestartet wurde (mit SRUN).

5.6.5 ASTZ

Abfrage des Gerätezustands

Parameter: -
Antwort: <Remote-Status> <Fehlerstatus> <Prüfstatus> <anwendungsspezifisch> <anwendungsspezifisch> <anwendungsspezifisch> <anwendungsspezifisch> <anwendungsspezifisch>

Beispiele

Das System befindet sich im Remote-Modus und ist bereit für eine neue Messung (READY-Bit gesetzt):

ASTZ K0
ASTZ 0 SREM 0 1 0 0 0 0 0

Eine Messung ist gestartet, aber noch nicht abgeschlossen (weder READY- noch END-Bit gesetzt):

ASTZ K0
ASTZ 0 SREM 0 0 0 0 0 0 0

Eine Messung ist abgeschlossen (END-Bit gesetzt):

ASTZ K0
ASTZ 0 SREM 0 2 0 0 0 0 0

Anmerkungen
Bedeutung der zurückgegebenen Daten:

- <Remote-Status>: System ist Remote-Modus oder im manuellen Modus, zurückgegeben wird SREM oder SMAN.
- <Fehlerstatus>: Zurückgegeben wird der Fehlercode, der auch bei ASTF zurückgegeben wird (siehe Abschnitt 5.6.4).
- <Prüfstatus>: Zurückgegeben wird bitcodiert der Status des Prüfablaufs, wobei die einzelnen Bits folgende Bedeutung besitzen:
  - Bit 0: READY: Das System ist bereit für einen neuen Prüfablauf. Dieser wird mit SRUN gestartet.
  - Bit 1: END: Ein mit SRUN gestarteter Prüfablauf wurde regulär beendet. Es können jetzt ggf. Ergebnisdaten ausgelesen werden. Nach Senden des Kommandos SSTP wechselt das System wieder in den Zustand READY.
  - Bit 2: LOCK: Das System befindet sich im Zustand LOCK, eine neue Prüfung ist erst nach Senden des Kommandos SACK möglich. Das System wechselt nur dann in den Zustand LOCK, wenn die OK/NOK-Bewertung aktiviert ist, wenn der Fehlerzähler aktiviert ist und wenn eine parametrierbare Anzahl an Prüfungen in Folge mit NOK bewertet wurde.
- Die folgenden 5 Daten (numerische Daten oder Zeichenfolgen) sind ggf. anwendungsspezifisch parametriert. Eine Beschreibung dieser anwendungsspezifischen Daten finden Sie ggf. in der Betriebsanleitung, dort im Kapitel „Optionen“.

5.6.6 EPAR

Ändern von Parameterwerten

Parameter: <Parameternummer> <Wert>
Antwort: -

Beispiele

Ändern des Normdrucks auf 1000 mbar:
EPAR K0 S0101 1E5
EPAR 0

Propan als Gasart für Programm 1 wählen (P0001 ist der Parameter, der die Gasart festlegt, 10 ist der numerische Code für Propan):
EPAR K0 P0001 10
EPAR 0

Setzen des Sollwerts in Programm 0 auf 200 Nml/min (entsprechend 3.333333E-06 m^3/s)
EPAR K0 P0422 3.333333E-06
EPAR 0

Anmerkungen

- Der Parameter <Wert> ist, abhängig vom Parameter, als Ganzzahl, Fliesspunktzahl oder String einzugeben.
- Fliesspunktzahlen sollten in der Form +1.123456E+01 eingegeben werden, ebenfalls möglich ist aber auch z. B.:
    - 1.12345
    - 1,12345
    - 1.12E6
    - 1
- Mit Einheiten behaftete Werte müssen grundsätzlich in SI-Einheiten eingegeben werden.
- Nicht interpretierbare Eingaben werden mit dem Fehler „DF“ (Datenfehler) quittiert. Beispiele für nicht interpretierbare Eingaben:
    - Die Parameternummer existiert nicht.
    - Für einen Ganzzahl-Parameter wurde ein Fliesspunktwert eingegeben.
    - Der eingegebene Wert liegt außerhalb des erlaubten Bereichs.
    - Es wurde versucht, einen R-Parameter (Messwert) zu setzen.
- Geänderte Parameterwerte werden erst nach Senden des Kommandos SACT aktiviert.
- Wird ein Parameter mit EPAR geändert und dann mittels des Kommandos APAR abgefragt, ohne zuvor die Änderung mit dem Kommando SACT zu aktivieren, so wird der (noch) aktive Wert zurückgegeben (also nicht der durch EPAR neu gesetzte Wert).
- Das Aktivieren/Abspeichern geänderter Parameter erfolgt nicht netzausfallsicher.
- Das Kommando EPAR ist im Remote-Modus jederzeit möglich.

5.6.7 SACK

Senden des ACK Signals

Das Kommando SACK bestätigt das Erkennen der Fehlersperre, das System wechselt dann vom Zustand LOCK in den Zustand READY (siehe auch ASTZ, Abschnitt 5.6.5).

Parameter: -
Antwort: -

Beispiel

SACK K0
SACK 0

Anmerkung
- Der Befehl ist nur zulässig, wenn sich das System im Zustand LOCK befindet, ansonsten wird mit der Fehlermeldung BS („busy“) quittiert.

5.6.8 SACT

Aktivieren von geänderten Parametern

Parameter: -
Antwort: -

Beispiel

SACT K0
SACT 0

Anmerkungen
- Durch das Kommando SACT werden Parameter, die mittels EPAR geändert wurden, aktiviert.
- Das Kommando ist im Remote-Modus immer möglich, also auch während einer laufenden Prüfung.
- Die Änderung wird nicht netzausfallsicher gespeichert.

5.6.9 SMAN

Manuellen Modus aktivieren

Parameter: -
Antwort: -

Beispiel
SMAN K0
SMAN 0

Anmerkung
- Das Kommando ist nur möglich, wenn sich das System im Zustand READY befindet (siehe Kommando ASTZ, Abschnitt 5.6.5), also nicht während einer laufenden Prüfung.

5.6.10 SPRG

Einstellen des Programms

Parameter: <Programm>
Antwort: -

Beispiel

In Programm 3 umschalten:

SPRG K0 3
SPRG 0

Anmerkungen
- Erlaubt sind Programme 0 bis 9
- Bei Systemen mit 2 (3) Messkreisen sind 2 (3) Parameter erforderlich (erster Parameter für Messkreis 0, zweiter für Messkreis 1...)
- Vor erstmaligem Start eines Prüfablaufs mit (SRUN) muss ein Programm mit SPRG gewählt werden. Ist kein Programm gewählt, wird nach Ausführen von SRUN der Fehler FAIL gesetzt (siehe Kommando ASTF, Abschnitt 5.6.4).

5.6.11 SREM

Remote-Modus aktivieren

Parameter: -
Antwort: -

Beispiel

SREM K0
SREM 0

Anmerkung
- Das Kommando ist nur zulässig, wenn sich das System im Zustand READY befindet (siehe Kommando ASTZ, Abschnitt 5.6.5), also z. B. nicht während einer Prüfung, die manuell durch den Bediener (durch Tastendruck) gestartet wurde. Ansonsten wird mit BS („busy") quittiert.

5.6.12 SRUN

Messablauf starten

Parameter: <Sonderfunktion>
Antwort: -

Beispiel

SRUN K0 0
SRUN 0

Anmerkungen

- Im Parameter <Sonderfunktion> wird bitcodiert übergeben, welche (zusätzlichen) Sonderfunktionen im folgenden Prüfablauf durchgeführt werden. Mögliche Sonderfunktionen:
  - Bit 0: ZERO: Nullabgleich durchführen.
  - Bit 1: CALMIN: nur relevant bei geometrischen Messsystemen.
  - Bit 2: CALMAX: nur relevant bei geometrischen Messsystemen.
  - Bit 3: LDET: nur relevant bei Dichtheitsmesssystemen.
  - Bit 4: VDET: nur relevant bei Dichtheitsmesssystemen.
- Der Befehl ist nur zulässig, wenn sich das System im Zustand READY befindet.

5.6.13 SSTP

Prüfablauf beenden

Parameter: -
Antwort: -

Beispiel

SSTP K0
SSTP 0

Anmerkungen

- Wird das Kommando SSTP während einer laufenden Prüfung gesendet, so wird diese abgebrochen bzw. vorzeitig beendet, das System wechselt dann über den Zustand END in den Zustand READY (siehe Kommando ASTZ, Abschnitt 5.6.5).
- Wird das Kommando SSTP nach regulärem Ende einer Prüfung gesendet (das System ist dann im Zustand END), so wechselt das System in den Zustand READY.

6 Syntax

Dieses Kapitel enthält die Syntax von
- Zahlenformaten für die Eingabe von numerischen Parameter-Werten
- Formatstrings z. B. für Protokoll-Druckfunktionen (siehe Kapitel 9.7.32)
- Steuerausdrücken

Die spezielle Syntax von Zugriffslisten für Netz-Verbindungen ist an entsprechender Stelle dokumentiert, siehe Kapitel 5.2.6

6.1 Zahlenformate für die Eingabe von numerischen Parameter-Werten

Zahlen in Exponentendarstellung	#.#######E## ±#.#######E±##	• Das positive Vorzeichen kann weggelassen werden. • Die Anzahl der Stellen von Mantisse und Exponent sind variabel. • Die Werte können auch in Festkommadarstellung eingegeben werden. • Ein Dezimalkomma statt Dezimalpunkt ist nicht erlaubt.
Zahlen in Festkommadarstellung	#.####### ±#.#######	• Das positive Vorzeichen kann weggelassen werden. • Die Anzahl der Nach- und Vorkommastellen ist variabel. • Bei Abfrage Darstellung in Exponentendarstellung • Ein Dezimalkomma statt Dezimalpunkt ist nicht erlaubt.
Ganze Zahlen	####### ±#######	• Die Anzahl der Ziffern ist variabel.
Auswahlparameter	####### ±#######	• Auswahlparameter unterscheiden sich vom Typ „Ganze Zahl“ dadurch, dass nur bestimmte Werte zugelassen sind.

6.2 Format-Strings für Protokoll-Druckfunktionen

Für die Protokoll-Druckfunktion können bis zu 4 Formatstrings definiert werden (S9301-S9304).
Die Format-Strings bestehen aus einer Abfolge von:

- Platzhaltern mit Formatangabe,
- Steuerzeichen, und
- normalen Zeichen.

Ein Platzhalter mit Formatangabe folgt der Syntax %a$fw.ps, wobei gilt:

- a ist die Nummer des Arguments aus S932X, das hier eingesetzt werden soll.
- f sind einzelne Zeichen, welche die Ausgabe beeinflussen:
  - +: Es wird auch bei positiven Zahlen ein Vorzeichen ausgegeben.
  - -: Die Ausgabe erfolgt linksbündig innerhalb der Feldbreite.
  - !: Die Ausgabe erfolgt mittig innerhalb der Feldbreite.
  - 0: Bei rechtsbündiger Ausgabe im Format ‚f’ wird links mit Nullen aufgefüllt.
- w ist die Gesamtbreite, auf die das Argument formatiert wird. w ist optional.
- p ist die Genauigkeit. Für Fliesskommazahlen (s = e, E oder f) ist die Genauigkeit die Anzahl der Nachkommastellen. Für Ganzzahlen (f = d,x,X) ist die Genauigkeit die Anzahl der Stellen, d.h. es wird links passend mit Nullen aufgefüllt. p ist optional, wird es nicht angegeben, dann muss auch der Punkt davor entfallen. Wird keine Genauigkeit angegeben, dann ist der Default 6 für Fliesskommazahlen und 0 für Ganzzahlen.
- s ist das eigentliche Format. ‚d’ ist ein dezimales Ganzzahlformat, ‚x’ und ‚X’ sind Ganzzahlen im Hexadezimalformat, ‚f’ Fliesskomma ohne Exponent, ‚e’ und ‚E’ Fliesskomma mit Exponent und einer Vorkommastelle in der Mantisse, ‚s’ ist ein String.

Steuerzeichen

Steuerzeichen werden mit einem umgekehrten Schrägstrich (Backslash) eingeleitet. Folgende Steuerzeichen sind verfügbar:

- \t Tabulatorzeichen
- \\ Backslash
- \r Carriage Return
- \n Linefeed

Normale Zeichen

Alle nicht als Steuerzeichen oder Formatangabe erkannten Zeichen werden 1:1 in die Ausgabe kopiert.

Beispiele für Platzhalter mit Formatangabe für die Protokoll-Druckfunktion

- „%2$d" gibt den Wert aus S9322 als Ganzzahl aus: „42".
- „%2$0.4d" gibt den Wert aus S9322 als Ganzzahl mit 4 Stellen und führenden Nullen aus: „0042".
- „%2$+0.4d" gibt den Wert aus S9322 als Ganzzahl mit 4 Stellen, führenden Nullen und einem Vorzeichen auch bei positiven Zahlen aus: „+042".
- „%2$+010.4d" gibt den Wert aus S9322 als Ganzzahl mit 4 Stellen, führenden Nullen, einem Vorzeichen auch bei positiven Zahlen aus, und einer Gesamtbreite von 10 Zeichen aus: „ +042".
- „%2$-+010.4d" gibt den Wert aus S9322 als Ganzzahl mit 4 Stellen, führenden Nullen, einem Vorzeichen auch bei positiven Zahlen aus, und einer Gesamtbreite von 10 Zeichen linksbündig aus: „+042   ".
- „%0$.3f" gibt den Wert aus S9320 als Fliesskommazahl mit 3 Nachkommastellen aus: „42.000".
- „%0$E" gibt den Wert aus S9320 als Fliesskommazahl mit 6 Nachkommastellen aus: „4.200000E01".
- „%0$.3e" gibt den Wert aus S9320 als Fliesskommazahl mit 3 Nachkommastellen aus: „4.200E01".

Hinweis
In anderen Zusammenhängen funktionieren die Format-Angaben in der gleichen Weise, jedoch entfallen dann die ersten zwei Zeichen.

6.3 Steuerausdrücke

Um das Gerät leichter an verschiedene Einsatzszenarien anpassen zu können, werden an vielen Stellen Ausdrücke zur Ermittlung von Ein- oder Ausgangssignalen verwendet. Innerhalb dieser Ausdrücke kann gerechnet werden und es kann auf Eingänge oder in der Software verwendete Zustandsvariablen zugegriffen werden.

6.3.1 Typen

In Ausdrücken werden Operanden verschiedener Typen verarbeitet. Verfügbare Typen sind: INTEGER (Ganzzahlwerte), FLOAT (Fliesskommawerte) und STRING (Zeichenketten). Eine automatische Konvertierung der Typen ineinander erfolgt nicht!

6.3.2 Operatoren und ihre Prioritäten

<table>
<tr><th>Op</th><th>Name</th><th>Beschreibung</th><th>Prio</th></tr>
<tr><td>Id</td><td>Variable</td><td>Werte der Variable zum Auswertungszeitpunkt</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Id[]</td><td>Array</td><td>Ein Feld eines Typs. Der Index ist vom Typ INTEGER.</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Id()</td><td>Funktion</td><td>In Klammern werden Argumente übergeben, deren Anzahl und Typ von der Funktion anhängt. Funktionen können überladen sein, d. h. eine Funktion mit einem Namen kann unterschiedliche Typen und Anzahlen von Argumenten erwarten. Eine Funktion hat immer einen einzelnen Wert als Ergebnis.</td><td>0</td></tr>
<tr><td>()</td><td>Klammerung</td><td></td><td>0</td></tr>
<tr><td>-</td><td>Unäres Minus</td><td></td><td>0</td></tr>
<tr><td>+</td><td>Unäres Plus</td><td></td><td>0</td></tr>
<tr><td>!, NOT</td><td>Boolesches NOT</td><td>Operand muss vom Typ INTEGER sein</td><td>0</td></tr>
<tr><td>~, BITNOT</td><td>Unäres NOT</td><td>Operand muss vom Typ INTEGER sein</td><td>0</td></tr>
<tr><td>_</td><td>Debug Ausgabe</td><td>Dem Operator _ muss ein Integer-Literal folgen. Während der Auswertung des Ausdrucks wird die Integer Konstante und der Wert des folgenden Teilausdrucks auf die Konsole ausgegeben. Das erlaubt den Test komplizierterer Ausdrücke.</td><td>0</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>*</td><td>Multiplikation</td><td>Operanden können INTEGER oder FLOAT sein. Ergebnis ist vom Typ des Operanden.</td><td>1</td></tr>
<tr><td>/</td><td>Division</td><td>Operanden können INTEGER oder FLOAT sein. Ergebnis ist vom Typ des Operanden.</td><td>1</td></tr>
<tr><td>\</td><td>Modulo</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein.</td><td>1</td></tr>
<tr><td>&, BITAND</td><td>Binäres UND</td><td>Operanden sind INTEGER</td><td>1</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>+</td><td>Addition</td><td>Operanden können INTEGER oder FLOAT sein. Ergebnis ist vom Typ des Operanden.</td><td>2</td></tr>
<tr><td>-</td><td>Subtraktion</td><td>Operanden können INTEGER oder FLOAT sein. Ergebnis ist vom Typ des Operanden.</td><td>2</td></tr>
<tr><td>|, BITOR</td><td>Bitweises OR</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein.</td><td>2</td></tr>
<tr><td>^, BITXOR</td><td>Bitweises XOR</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein.</td><td>2</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td><<, SHL</td><td>Linksschieben</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein. Das Ergebnis ist auch von diesem Typ.</td><td>3</td></tr>
<tr><td>>>, SHR</td><td>Rechtsschieben</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein. Das Ergebnis ist auch von diesem Typ.</td><td>3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>=</td><td>Gleich</td><td>Arbeitet mit INTEGER oder FLOAT Typen als Operanden. Das Ergebnis ist ein INTEGER mit dem Wert 0 oder 1.</td><td>4</td></tr>
<tr><td>!=, <></td><td>Ungleich</td><td>Arbeitet mit INTEGER oder FLOAT Typen als Operanden. Das Ergebnis ist ein INTEGER mit dem Wert 0 oder 1.</td><td>4</td></tr>
<tr><td><</td><td>Kleiner als</td><td>Arbeitet mit INTEGER oder FLOAT Typen als Operanden. Das Ergebnis ist ein INTEGER mit dem Wert 0 oder 1.</td><td>4</td></tr>
<tr><td>></td><td>Größer als</td><td>Arbeitet mit INTEGER oder FLOAT Typen als Operanden. Das Ergebnis ist ein INTEGER mit dem Wert 0 oder 1.</td><td>4</td></tr>
<tr><td>>=</td><td>Größer oder gleich</td><td>Arbeitet mit INTEGER oder FLOAT Typen als Operanden. Das Ergebnis ist ein INTEGER mit dem Wert 0 oder 1.</td><td>4</td></tr>
<tr><td><=</td><td>Kleiner oder gleich</td><td>Arbeitet mit INTEGER oder FLOAT Typen als Operanden. Das Ergebnis ist ein INTEGER mit dem Wert 0 oder 1.</td><td>4</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>&&, AND</td><td>Boolesches UND</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein.</td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>||, OR</td><td>Boolesches OR</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein.</td><td>6</td></tr>
<tr><td>^^, XOR</td><td>Boolesches XOR</td><td>Operanden müssen vom Typ INTEGER sein.</td><td>6</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

?:	Ternary Operator (IF Abfrage)	Der INTEGER Ausdruck links des ‚?' wird bewertet. Ist er ungleich 0 (TRUE), dann ist das Ergebnis des Operators der linke Ergebnisausdruck, ansonsten der rechte. Beispiel: DI(8) & 1? 5 : 0 Wenn Bit 0 des Digitaleingangs 8 gesetzt ist, dann ist das Ergebnis 5, sonst 0.	7

Tabelle 1. Operatoren und ihre Prioritäten

6.3.3 Variablen

Name	Beschreibung
AKACK	INTEGER. TRUE, wenn über die AK-Schnittstelle das SACK Kommando geschickt wurde. Wird automatisch beim Start eines Messablaufs zurückgenommen.
AKCALMAX	INTEGER. TRUE wenn über die AK-Schnittstelle beim Start des Messablaufs das CALMAX Bit mit gesetzt wurde.
AKCALMIN	INTEGER. TRUE wenn über die AK-Schnittstelle beim Start des Messablaufs das CALMIN Bit mit gesetzt wurde.
AKGO	INTEGER. Derzeit immer 0.
AKLDET	INTEGER. TRUE wenn über die AK-Schnittstelle beim Start des Messablaufs das LDET Bit mit gesetzt wurde.
AKREM	INTEGER. TRUE, wenn über die AK-Schnittstelle auf Remote geschaltet wurde.
AKSTART	INTEGER. TRUE wenn über die AK-Schnittstelle der Messablauf gestartet wurde.
AKVDET	INTEGER. TRUE wenn über die AK-Schnittstelle beim Start des Messablaufs das VDET Bit mit gesetzt wurde.
AKZERO	INTEGER. TRUE wenn über die AK-Schnittstelle beim Start des Messablaufs das ZERO Bit mit gesetzt wurde.
CYCLE	FLOAT. Gibt die aktuelle Zykluszeit an (entspricht S0301).
CYCLECOUNT	INTEGER. Enthält einen Zykluszähler.
FAULT	INTEGER. Enthält in den einzelnen Bits die Fehlerflags für Ein- und Ausgänge. Siehe Parameterbeschreibung für Block S0350 ff.
MEAS	INTEGER. TRUE wenn eine mittelwertsbildende Messung läuft.
MEASAVAIL	INTEGER. TRUE wenn ein Messergebnis zur Verfügung steht.
MEASMODE	INTEGER. Gibt die Art der Messung an. 0 = mittelwertsbildende Messung. 1 = Lecktest.
SPSCALMAX	INTEGER. Zustand des CALMAX Eingangs (siehe S1408) beim Start des Hauptablaufs.
SPSCALMIN	INTEGER. Zustand des CALMIN Eingangs (siehe S1407) beim Start des Hauptablaufs.
SPSDAVAIL	INTEGER. TRUE wenn auf die Wegnahme des SPS Startsignals gewartet wird. Die Variable zeigt das Ende des Ablaufs und damit die Verfügbarkeit der Bewertungsdaten an. Das Signal wird erst wieder weggenommen, wenn ein neuer Ablauf gestartet wurde.
SPSEND	INTEGER. TRUE wenn auf die Wegnahme des SPS Startsignals gewartet wird. Die SPSEND Variable wird wieder inaktiv gesetzt, sobald die SPS das Startsignal wegnimmt. Es steht aber im Zustand WAIT für mindestens einen Zyklus an.
SPSFAIL	INTEGER. TRUE wenn beim SPS Programmablauf ein Fehler auftrat.
SPSIN0	INTEGER. Zustand des Erweiterungssignals #0 (siehe S1411) beim Start des Hauptablaufs.
SPSIN1	INTEGER. Zustand des Erweiterungssignals #1 (siehe S1412) beim Start des Hauptablaufs.
SPSIN2	INTEGER. Zustand des Erweiterungssignals #2 (siehe S1413) beim Start des Hauptablaufs.
SPSLDET	INTEGER. Zustand des LDET Eingangs (siehe S1409) beim Start des Hauptablaufs.
SPSLOCK	INTEGER. TRUE wenn auf das Fehlerquittungssignal der SPS gewartet wird.
SPSMODE	INTEGER. Programmmodus (entspricht S0010).

SPSREADY	INTEGER. TRUE wenn das Programm auf das START Signal der SPS wartet.
SPSSTART	INTEGER. Zustand des Start-Signals der SPS.
SPSVDET	INTEGER. Zustand des VDET Eingangs (siehe S1410) beim Start des Hauptablaufs.
SPSZERO	INTEGER. Zustand des ZERO Eingangs (siehe S1406) beim Start des Hauptablaufs.
STATE	INTEGER. Der Zustand des internen Zustandsautomaten.
STAUTH	INTEGER. Enthält 1 während der Passwortabfrage, sonst 0.
STCAL	INTEGER. Enthält 1 während der Kalibrierphase, sonst 0.
STCALM	INTEGER. Enthält 1 während der Beruhigungsphase, sonst 0.
STEDIT	INTEGER. Enthält 1 im Editiermenü, sonst 0.
STERROR	INTEGER. Enthält 1 während Anzeige eines Fehlers, sonst 0.
STFILL	INTEGER. Enthält 1 während der Füllphase, sonst 0.
STLDET	INTEGER. Enthält 1 während der Bestimmung der Systemleckage (LMS), sonst 0.
STMEAS	INTEGER. Enthält 1 während der Messphase, sonst 0.
STPFIL	INTEGER. Enthält 1 während der Vorfüllphase, sonst 0.
STPOLL	INTEGER. Enthält 1 während der Pollphase, sonst 0.
STPROG	INTEGER. Enthält 1 im Programmmenü, sonst 0.
STSAVE	INTEGER. Enthält 1 während des Speicherns, sonst 0.
STTEMP	INTEGER. Enthält 1 während des Übernehmens von Parametern, sonst 0.
STVDET	INTEGER. Enthält 1 während der Bestimmung des Prüflingsvolumens (LMS), sonst 0.
STVENT	INTEGER. Enthält 1 während des Belüftungsphase, sonst 0.
STWAIT	INTEGER. Enthält 1 während des Wartens auf SPS Stop, sonst 0.
STZERO	INTEGER. Enthält 1 während der Nullenphase, sonst 0.

Tabelle 2. Variablen

Hinweis
Die STxxx Variablen werden anhand des Zustands des internen Zustandsautomaten gesetzt und decken nicht nur die eigentliche Aktion, sondern auch Initialisierungen und Übergangszustände ab.

6.3.4 Felder

Name	Beschreibung
AKPROG[3]	Enthält die Programme für die Messkreise, wie sie über die AK-Schnittstelle mittels des SPRG Befehls gesetzt wurden.
DI[n]	Enthält den Zustand der Digitaleingänge. Elementtyp ist ein INTEGER. In Bit 0 steht der aktuelle Eingangswert, Bit 1 gibt an, ob im letzten Zyklus ein Zustandswechsel stattgefunden hat. Also 0: Eingang ist stabil auf OFF. 1: Eingang ist stabil auf ON 2: Eingang hat von ON auf OFF gewechselt. 3: Eingang hat von OFF auf ON gewechselt.
F[50]	Generische FLOAT Variablen. Aus Scriptcode beschreibbar. Die Werte sind über die Parameter R2800 bis R2849 abfragbar.
FF[20]	Liefert den Ausgangswert eines Flipflops (siehe S12xx). Parameter für die Funktion ist die Nummer des Flipflops (0..9).
FPAR[100]	Enthält die Werte der F-Parameter. Das Ergebnis ist vom Typ FLOAT. ACHTUNG: Ein Zugriff auf nicht existierende oder fehlerbehaftete F-Parameter ergibt einen Fehler.
I[50]	Generische INTEGER Variablen. Aus Scriptcode beschreibbar.
IPAR[100]	Enthält die Werte der I-Parameter. Das Ergebnis ist vom Typ INTEGER. ACHTUNG: Ein Zugriff auf nicht existierende oder fehlerbehaftete I-Parameter ergibt einen Fehler.

NI[32]	Liefert den Wert eines virtuellen Eingangs. Die Bitdefinition entspricht derjenigen der Funktion DI.
PROG[3]	Enthält die in den Messkreisen laufenden Programme.
RERR[3000]	Enthält den Fehlercode für einen R-Parameter. Das Ergebnis ist vom Typ INTEGER. Ein Wert von 0 bedeutet „kein Fehler". ACHTUNG: Ein Zugriff auf nicht existierende R-Parameter ergibt einen Fehler.
RPAR[3000]	Enthält die Werte der R-Parameter. Das Ergebnis ist vom Typ FLOAT. ACHTUNG: Ein Zugriff auf nicht existierende oder fehlerbehaftete R-Parameter ergibt einen Fehler.
S[10]	Generische STRING Variablen. Aus Scriptcode beschreibbar. Max. 255 Zeichen.
SPSOK[3]	Enthält pro Messkreis ein Flag, das TRUE ist, wenn eine Prüfung im Messkreis durchgeführt wurde und das Ergebnis OK ist.
SUBIERR0[10]	Enthält Fehlerflags für SUBIVAL0.
SUBIERR1[10]	Enthält Fehlerflags für SUBIVAL1.
SUBIERR2[10]	Enthält Fehlerflags für SUBIVAL2.
SUBIVAL0[10]	Enthält die von einem anderen Controller eingeblendeten INTEGER Werte wie in S945n konfiguriert.
SUBIVAL1[10]	Enthält die von einem anderen Controller eingeblendeten INTEGER Werte wie in S946n konfiguriert.
SUBIVAL2[10]	Enthält die von einem anderen Controller eingeblendeten INTEGER Werte wie in S946n konfiguriert.

Tabelle 3. Felder

6.3.5 Funktionen

Name	**Beschreibung**
ABS(VAR)	Gibt den Absolutwert des Arguments zurück. Das Ergebnis ist vom Typ des Arguments.
RELHUM(FLOAT,FLOAT,FLOAT)	Berechnet die relative Feuchte. Eingangsgrößen der Reihe nach: Druck (als Absolutdruck in Pa), Temperatur (in °K), molare Feuchte
RES(INT)	Gibt die Bewertung der Prüfung im jeweiligen Messkreis zurück. Funktions-Ergebnis: 1 = NOTAVAIL, 8 = FAIL, 16 = OK, 32 = NOK, 64 = OFF.
RES(INT,INT)	Gibt die Einzelbewertung einer Prüfung im jeweiligen Messkreis zurück. Erster Parameter ist der Messkreis, zweiter Parameter ist die Nummer der Einzelbewertung. Funktions-Ergebnis: 1 = NOTAVAIL, 2 = LOW, 4 = HIGH, 8 = FAIL, 16 = OK.
SP(INT,INT)	Gibt das Subprogramm in einem Messkreis zurück. Erster Parameter ist der Messkreis, zweiter Parameter ist die Nummer des Subprogramm Parametersatzes.
XV(FLOAT,FLOAT,FLOAT)	Berechnet die molare Feuchte. Eingangsgrößen der Reihe nach: Druck (als Absolutdruck in Pa), Temperatur (in °K), relative Feuchte

Tabelle 4. Funktionen

Viele Funktionen sind so speziell, dass es den Rahmen dieses Handbuchs sprengen würde, sie vollständig aufzuführen. Weitere Informationen sind über das Kommando SCRIPTINFO verfügbar.

7 Betriebsmodi

Dieses Kapitel erläutert die wichtigsten Betriebsmodi mit Ausnahme des SPS-Modus. Dem SPS-Betriebsmodus ist ein eigenes Kapitel gewidmet, siehe Kapitel 16.

7.1 STANDARDMODUS

Der Standardmodus ist der Modus, der nach dem Einschalten aktiv ist. Er ist auch aktiv, wenn einer der anderen Modi beendet wird. In der Regel wird im Standardmodus die untere Displayzeile dafür genutzt, das aktuelle Messprogramm anzuzeigen. Dies ist jedoch parametrierbar und daher sind Abweichungen in diesem Punkt möglich.
Im Standardmodus werden alle Rechen- und Messwerte kontinuierlich angezeigt. Die angezeigten Werte können beginnend von der Vorgabe mit den Funktionstasten „F1“, „F2“ und „F3“ durchgetoggelt werden. Die Standarddisplayeinstellung wird in den Parametern festgelegt und kann im Editiermodus geändert werden.

7.1.1 Programmwahl

Das LMF stellt bis zu 10 verschiedene Messprogramme zur Verfügung. Diese unterscheiden sich nicht in der Software, sondern es handelt sich um alternative Parametersätze, mit denen z. B. unterschiedliche Sensorsätze oder Messbereiche ausgewählt werden.

- Um in die Programmauswahl zu gelangen, Funktionstaste „F2“ für ca. 3 Sekunden drücken.
  In der oberen Displayzeile ist die höchste zulässige Programmnummer dargestellt.
  In der mittleren Displayzeile ist die aktuelle Programmnummer und rechts daneben der zugehörige Messkreis dargestellt.
  In der unteren Displayzeile ist die niedrigste zulässige Programmnummer dargestellt.
- Mit den Funktionstasten „F1“ und „F3“ den gewünschten Messkreis auswählen (sofern nicht nur ein Messkreis vorhanden ist).
- Mit den Funktionstasten „<“ und „>“ die gewünschte Programmnummer auswählen.

- Um die Änderungen netzausfallsicher zu übernehmen, 3 Sekunden lang die Funktionstaste „F2“ drücken.

-oder-

- Um die Änderungen zu verwerfen, die Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und „F2“ drücken und 3 Sekunden lang halten.

7.2 DICHTHEITSPRÜFUNG

Dieser Modus ist als Hilfsmittel zur Überprüfung des Messaufbaus auf Dichtheit gedacht. Undichtheiten im Messsystem sind die häufigste Ursache für Fehlmessungen und Messabweichungen. Mit dieser Funktion können Prüfling und Referenzgerät mit der Druckabfallmethode auf Undichtheiten prüfen.

- Füllen Sie das System mit Über-/Unterdruck und trennen sie die Druckversorgung wieder ab.
- Um die Dichtheitsprüfung zu aktivieren, Taste „LEAK Test“ drücken.

Die Prüfzeit ist in Parameter S9000 definiert.
Eine eventuelle Beruhigungszeit vor der Prüfung ist in Parameter S9001 definiert.
Die Display-Anzeige während der Prüfung und zur Anzeige der Ergebnisse ist in den Display-Parametern (D-Parameter-Block) definiert, eventuell projektspezifisch.
In der Regel wird während der Prüfung (je nach Verfügbarkeit und Kundeninteresse) der absolute oder der relative Messdruck sowie die Messzeit dargestellt; und als Ergebnis die Druckänderung pro Zeit, die Dauer der Messung sowie eventuell noch der Mittelwert des Messdrucks.

Die Ergebnisberechnung erfolgt durch die Gleichung:

$$\text{Druckabfall/anstieg pro Zeit} = \frac{\text{Enddruck - Anfangsdruck}}{\text{Messzeit}}$$

Das Ergebnis wird vorzeichenrichtig behandelt.

- Um die Dichtheitsprüfung zu beenden Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und „F2“ drücken und 3 Sekunden lang halten.

7.3 MESSUNG mit Mittelwertbildung

- Um eine Messung mit Mittelwertbildung zu starten, Taste „START“ drücken, oder per Fernsteuerung das Kommando „MEAS“ senden.
  Das LMF beginnt mit der zyklischen Aufzeichnung der Messwerte und berechneten Werte.
  Während der Messung werden in den beiden oberen Display-Zeilen weiterhin die aktuellen Messwerte angezeigt (konfigurierbar). In der unteren Display-Zeile wird die Messzeit angezeigt.
  Nach Ablauf der Messzeit werden die Ergebnisse angezeigt. Für jeden Durchflusswert und Sensorwert werden zusätzlich zum Mittelwert auch die Minimal- und Maximalwerte dargestellt.
  Solange die Ergebnisse angezeigt werden, führt das LMF keine Messungen durch.

Hinweis
Sie können die Messung mit der Taste „STOP“ oder durch gleichzeitiges Drücken der Funktionstasten „F1“ und „F3“ vorzeitig beenden. Auch in diesem Fall werden die Ergebnisse angezeigt.

- Um die verschiedenen Mittelwerte der Sensor- und Durchflusswerte anzuschauen, diese mit der Funktionstaste „F1“ durchtoggeln.
- Um wieder in den Standard-Modus zurück zu kehren, Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und F3“ drücken.

Hinweis:
Bei Doppelstreckengeräten sind die Messwerte und Ergebnisse zusätzlich mit einer 0 für Strecke 0 und mit einer 1 für Strecke 1 gekennzeichnet. Grenzwerte sowie Minima und Maxima werden immer mit der zugehörigen physikalischen Größe angezeigt.

7.4 Sondermodi für den versierten Benutzer

7.4.1 Testmodus

Der Testmodus dient zum Betrachten der Eingangssignale und zum Editieren der Ausgangssignale. Durch die gleichzeitige Anzeige von Rohwert und daraus berechnetem Wert haben Sie die Möglichkeit zu einer Plausibilitätsprüfung.

- Um den Testmodus zu aktivieren, Funktionstaste „F3“ für 3 Sekunden halten.
  In der oberen Display-Zeile wird der Testmodus angezeigt.
  In der mittleren Display-Zeile wird der aktuelle Rohwert des Eingangs bzw. Ausgangs angezeigt.
  In der unteren Display-Zeile wird der mit dem Linearisierungspolynom berechnete physikalische Wert angezeigt.
- Mit den Funktionstasten „F1“ und „F3“ den gewünschten Eingang bzw. Ausgang auswählen.

Hinweis
Es werden nur Eingänge dargestellt, die im aktuellen Programm aktiv sind.

Wenn Sie einen Eingang gewählt haben:

- Um die Anzahl der dargestellten Stellen zu ändern, Funktionstaste „F2“ drücken.

Wenn Sie einen Ausgang gewählt haben:

- Mit den Pfeiltasten „<“ und „>“ gewünschtes Ausgangssignal einstellen.

Hinweis
Im Testmodus haben die Pfeiltasten „<“ und „>“ Funktionen für den Nullabgleich der Eingänge. Beachten Sie dazu unbedingt Kapitel 7.4.3!

- Um die Änderungen netzausfallsicher zu übernehmen, 3 Sekunden lang die Funktionstaste „F2“ drücken.

-oder-

- Um die Änderungen zu verwerfen, die Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und „F2“ drücken und 3 Sekunden lang halten.

7.4.2 Reglermodus

Das LMF kann je Programm bis zu zwei gleichzeitig aktive Regler enthalten. Jeder Regler kann in Handbetrieb oder Automatikbetrieb geschaltet werden. Die Default-Betriebsart ist in den Parametern Pn400 und Pn450 festgelegt, kann aber umgeschaltet werden. Wenn Sie den Reglermodus aktivieren, gilt die letzte Einstellung.

7.4.2.1 Übersicht Automatikbetrieb und Handbetrieb

Im Automatikbetrieb können Sie einstellen
- den Sollwert
- bei aktivierter Option „Hotedit“ (Parameter Pn401 bzw. Pn451) auch die Reglerparameter T1, TD, TI und VP.

Die neuen Einstellungen werden sofort aktiv.

Im Handbetrieb können Sie einstellen
- wahlweise den Sollwert oder den Stellwert
- die Reglerparameter T1, TD, TI und VP

Das Ein- und Ausschalten eines Reglers ist nur über Parameter Pn400 bzw. Pn450 möglich.

7.4.2.2 Reglermodus aktivieren und Regler auswählen

- Beide Pfeiltasten „<“ und „>“ gleichzeitig drücken und für 3 Sekunden halten.
  In den drei Zeilen des Displays werden die Regelgrößen des ersten Reglers angezeigt. In der oberen der Istwert, in der mittleren der Sollwert und in der unteren der Stellwert.
- Um den gewünschten Regler anzuzeigen, blättern Sie mit der Funktionstaste „F1“ vorwärts oder mit der Funktionstaste „F3“ rückwärts.

7.4.2.3 Sollwert einstellen

Der Reglersollwert ist in Parameter Pn422 bzw. Pn472 gespeichert und kann im Reglermodus mit den Pfeiltasten geändert werden.

Im Automatikbetrieb
- Sollwert mit den Pfeiltasten „<“ und „>“ ändern.

Im Handbetrieb
- Wenn sich der ganz rechts blinkende Punkt in der untersten Zeile befindet, kurz die Funktionstaste „F2“ drücken.
  Der blinkende Punkt springt in die mittlere Zeile, d. h. nun ist der Sollwert editierbar.
- Sollwert mit den Pfeiltasten „<“ und „>“ ändern.

7.4.2.4 Stellwert einstellen (nur Handbetrieb)

- Wenn sich der ganz rechts blinkende Punkt in der mittleren Zeile befindet, kurz die Funktionstaste „F2“ drücken.
  Der blinkende Punkt springt in die untere Zeile, d. h. nun ist der Stellwert editierbar.
- Stellwert mit den Pfeiltasten „<“ und „>“ ändern.

7.4.2.5 Betriebsart umschalten

- Gleichzeitig die Pfeiltasten „<“ und „>“ drücken.
  Es wird das Menü „Mode“ angezeigt.
  Der aktuelle Modus wird angezeigt.
- Modus mit einer der Pfeiltasten „<“ oder „>“ ändern.

Sie können nun das Menü „Mode“ verlassen oder gleich mit der Einstellung der Reglerparameter fortfahren.

- Um die Änderung netzausfallsicher zu übernehmen, 3 Sekunden lang die Funktionstaste „F2“ drücken.

-oder-
- Um die Änderung zu verwerfen, die Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und „F2“ drücken und 3 Sekunden lang halten.

7.4.2.6 Reglerparameter einstellen

- Wenn nicht ohnehin bereits das Menü „Mode“ aktiv ist, gleichzeitig die Pfeiltasten „<“ und „>“ drücken.
- Wenn sich der Regler im Automatikbetrieb befindet, mit einer der Pfeiltasten die manuelle Betriebsart einstellen.
- Mit Funktionstasten „F1“ oder „F3“ zu den Menüs „T1“, TD, TI oder „VP“ blättern.

Die Menüs der Reglerparameter zeigen in der mittleren Zeile den aktuell im Parameter gespeicherten Wert (siehe Tabelle unten). Dieser Wert kann prozentual geändert werden. Die prozentuale Anwendung dieses Werts wird in der unteren Zeile angezeigt.

- Prozentwert mit Pfeiltasten „<“ und „>“ einstellen.
- Um die Änderungen zu übernehmen, 3 Sekunden lang die Funktionstaste „F2“ drücken.
  Der Parameter wird netzausfallsicher überschrieben, d. h. beim nächsten Öffnen des Menüs ist der Wert geändert, die untere Zeile steht wieder auf 100%.
- Um die Änderungen zu verwerfen, die Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und „F2“ drücken und 3 Sekunden lang halten.

Übersicht der Reglerparameter:

T1	Pn402	Pn452	Zeitkonstante
TD	Pn403	Pn453	Differenzialanteil
TI	Pn404	Pn454	Integralanteil
VP	Pn405	Pn455	Kreisverstärkung

7.4.2.7 Reglermodus verlassen

- Um Änderungen am Soll- und Stellwert zu übernehmen, 3 Sekunden lang die Funktionstaste „F2“ drücken.
  Die Änderungen gelten bis zum nächsten Ausschalten bzw. Neustart der Software (keine netzausfallsichere Speicherung)

-oder-

- Um die Änderungen am Soll- und Stellwert zu verwerfen, die Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und „F2“ drücken und 3 Sekunden lang halten.

7.4.3 Nullabgleich

Da die Differenzdrucksensoren und Relativdrucksensoren lageabhängig sein können, muss beim Wechsel des Aufstellungsortes für die Differenzdrucksensoren bzw. der Relativdrucksensoren immer ein Nullabgleich erfolgen.
Außerdem sollte der Nullabgleich in regelmäßigen Zeitabständen durchgeführt werden, um Langzeitdriften der Sensoren auszugleichen.
Der Nullabgleich gilt für alle Sensoreingänge, die für einen Nullabgleich freigegeben sind. Jeder Sensoreingang kann einer von bis zu drei Gruppen zugeordnet werden. Alle Sensoren, die sich in der gleichen Gruppe befinden, werden gleichzeitig abgeglichen.

Achten Sie bei lageabhängigen Sensoren wie z. B. ölgefüllten Drucksensoren auf die ordnungsgemäße Lage. Speziell bei den Differenzdrucksensoren der Serie 3051 kommt es regelmäßig vor, dass schon bei geringer Schräglage die unausgeglichene Gewichtskraft der Ölfüllung die Messzelle so belastet, dass ihr Messbereich zumindest teilweise aus dem elektrisch darstellbaren Bereich verschoben ist. Der hier beschriebene Nullabgleich kann diesen Effekt natürlich nicht kompensieren!

Der Abgleich von Drucksensoren ist nur in vollkommen strömungs- bzw. druckfreiem Zustand sinnvoll. Wenn dieser Betriebszustand nicht automatisch durch Ventile hergestellt wird, müssen Sie durch entsprechende Eingriffe einen geeigneten Betriebszustand herstellen. Z. B. empfiehlt es sich bei Differenzdrucksensoren, die Druckanschlüsse miteinander zu verbinden. Dadurch werden Effekte von Zugluft usw. vermieden.

Der Nullabgleich ist nur bei einem thermisch ausgeglichenen Gerät sinnvoll. D. h. nach dem Einschalten des Gerätes sollte ca. 30 Minuten gewartet werden, bei einem z. B. durch Ortswechsel bedingten Wechsel der Umgebungstemperatur noch deutlich länger. Unabhängig davon kann die Wartezeit bei thermostatisierten Sensoren bis zu 4 Stunden betragen! In diesem Fall möglichst das Gerät bzw. die Sensorversorgung immer eingeschaltet lassen.

Der Nullabgleich kann für jeden Sensor einzeln manuell ausgeführt werden oder als automatischer Ablauf per Fernsteuerbefehl (RS232, Netzwerk oder SPS) oder Tastendruck gestartet werden. Der automatische Ablauf ist in Kapitel 5.5.53 dokumentiert.

7.4.3.1 Manueller Nullabgleich einzelner Sensoren

Der manuelle Nullabgleich ist nur im Testmodus möglich. Der Testmodus ist nicht zugänglich, wenn der Controller über S0010 auf externe Steuerung eingestellt ist (z. B. SPS-Betrieb).

- Wenn der Controller auf externe Steuerung eingestellt ist, aktivieren Sie mit der Funktionstaste „F1“ den Editiermodus, blättern zu Parameter S0010, notieren sich den ursprünglichen Wert und ändern den Wert entsprechend der Angaben zum Parameter S0010 (siehe Kapitel 9.7.1). Verlassen Sie den Editiermodus mit Übernahme der Änderung (Funktionstaste „F2“ 3 Sekunden lang halten).

- Aktivieren Sie mit der Funktionstaste „F3“ den Testmodus und wählen Sie mit der Funktionstaste "F1" den Eingang zu dem Sensor, der auf Null abgeglichen werden soll.

- Um den Sensor auf Null abzugleichen, rechte Pfeiltaste „>“ 3 Sekunden lang halten.
  Wenn ein Nullabgleich für den gewählten Sensor freigegeben ist, führt das LMF nun eine mittelwertbildende Messung durch und berechnet daraus eine Offset-Korrektur. Das Verfahren dazu ist in Parameter S2x31 gespeichert, wobei x für die Nummer des Eingangs steht.

- oder -

- Um den im Quelltext gespeicherten Offset-Wert der ursprünglichen Werkseinstellung wieder herzustellen, linke Pfeiltaste „<“ 3 Sekunden lang halten.

Sie können nun gleich den nächsten Sensor auf Null abgleichen, oder das Testmenü mit Speichern der Änderungen verlassen (Funktionstaste „F2“ 3 Sekunden lang halten).

- Wenn Sie den Parameter S0010 geändert haben, stellen Sie den ursprünglichen Wert wieder her.

7.4.4 Editiermodus

Im Editiermodus haben Sie Zugriff auf die Parameter, die in Ihrer Anwendung definiert sind, soweit sie nicht als „Read-only“ klassifiziert sind. Einen Überblick über die Parameterstruktur finden sie in Kapitel 8, detaillierte Informationen zur Bedeutung und zum Einstellbereich eines jeden Parameters finden Sie in der Parameterliste (Kapitel 9).

Editiermodus und Zugriff per Fernbedienung sind nicht gleichzeitig möglich.

7.4.4.1 Read-only-Parameter

Es gibt Systemparameter, die nicht geändert werden dürfen. Auf diese gibt es im Editiermodus keinen Zugriff. Sie können allenfalls per Terminal-Programm abgefragt, jedoch nicht geändert werden.

7.4.4.2 Benutzerverwaltung

Es können bis zu 10 Zugrifflevels definiert sein, wobei jeder Level einer Benutzergruppe zugeordnet ist. Jedem Level ist ein eigenes Passwort zugeordnet. Dabei ist es seit Version 5 nicht mehr so, dass ein Benutzer eines hohen Levels automatisch auch Zugriff auf die Parameter hat, die in einem niedrigeren Level zugänglich sind. Genau wie die Eigenschaft „Read-only“ kann für jeden Parameter festgelegt sein, in welchen Leveln der Zugriff darauf möglich ist. Dies hat besonders für die Benutzer der hohen Level den Vorteil, dass sie eine gezielte Auswahl für sie relevanter Parameter vorfinden und sich nicht durch tausende Parameter suchen müssen.
Die Benutzergruppen sind im Parameterblock S0500 definiert (siehe Kapitel 9.7.3).

7.4.4.3 Editiermodus aktivieren und benutzen

- ✓ Sie befinden sich im Standardmodus

- ➢ Drücken Sie die Taste F1 für 3 Sekunden.
  Sie werden aufgefordert, einen Zugriffslevel einzustellen.
- ➢ Stellen Sie den Zugriffslevel mit den Pfeiltasten „<“ und „>“ ein und bestätigen Sie Ihre Einstellung mit der Funktionstaste „F2“.
  Sie werden aufgefordert, das dem Level entsprechende Passwort einzustellen.
- ➢ Stellen Sie das Passwort mit den Pfeiltasten „<“ und „>“ ein und bestätigen Sie Ihre Einstellung mit der Funktionstaste „F2“.
  Der erste Parameter wird angezeigt.

In der oberen Zeile des Displays wird die Parameter-Kennung angezeigt, bestehend aus dem Führungsbuchstaben und einer 4stelligen Nummer. In der mittleren Zeile wird der Wert des Parameters angezeigt.

- ➢ Um den gewünschten Parameter anzuzeigen, blättern Sie mit der Funktionstaste „F1“ vorwärts oder mit der Funktionstaste „F3“ rückwärts.
- ➢ Um den Wert des angezeigten Parameters zu ändern, verwenden Sie die Pfeiltasten „<“ und „>“. Es gibt hier abhängig von Datenformat ein paar Tipps, die Sie weiter unten finden (Abschnitte 7.4.4.4. bis 7.4.4.7).

Sie können nun den nächsten Parameter ändern oder das Editiermenü verlassen (Abschnitt 7.4.4.8).

7.4.4.4 Editieren von Zahlen in Exponentendarstellung

Defaultmäßig wirken die Pfeiltasten „<“ und „>“ auf die kleinste Stelle der Mantisse. Durch wiederholtes Drücken der Funktionstaste „F2“ können Sie einstellen, dass die Pfeiltasten auf den Exponenten oder auf eine bestimmte Stelle der Mantisse wirken. Dadurch ist eine sehr komfortable Einstellung möglich. Exponent und Stellen werden zyklisch durchgetoggelt. Wenn Sie einen Parameter aufschlagen, ist zunächst keine bestimmte Stelle gewählt. Mit jedem Tastendruck der Funktionstaste „F2“ werden die Stellen in der folgenden Reihenfolge gewählt:

- Exponent
- 4. Stelle hinter dem Dezimalpunkt
- 3. Stelle hinter dem Dezimalpunkt
- 2. Stelle hinter dem Dezimalpunkt
- 1. Stelle hinter dem Dezimalpunkt
- Stelle vor dem Dezimalpunkt inklusive Vorzeichen
- Keine Stelle gewählt.

7.4.4.5 Editieren von Zahlen in Festkommadarstellung

Zahlen in Festkommadarstellung sind immer mit einer physikalischen Einheit verknüpft. Wird die physikalische Einheit verändert, wird der Wert entsprechend umgerechnet, so dass eine komfortable Eingabe möglich ist.
Für die Eigenschaften der Funktionstaste „F2“ gilt das gleiche wie bei den Zahlen in Exponentendarstellung mit dem Unterschied, dass der Exponent entfällt und stattdessen die physikalische Einheit wechseln (z. B. PSI statt mbar).

7.4.4.6 Editieren von ganzen Zahlen

Es stehen nur die Pfeiltasten „<“ und „>“ zur Verfügung. Durch längeres Drücken werden die Werte mit zunehmender Geschwindigkeit inkrementiert bzw. dekrementiert.

7.4.4.7 Editieren von Auswahlparametern

Auswahlparameter sind nicht-numerische Parameter mit festen Werten, die lediglich der Reihe nach weitergeschaltet werden können (Toggle-Parameter). Die Veränderung ist nur durch die Pfeiltasten "<" und ">" möglich.

7.4.4.8 Editiermodus verlassen

➢ Um die Änderung netzausfallsicher zu übernehmen, 3 Sekunden lang die Funktionstaste „F2“ drücken.
Die geänderten Werte werden in den „persistent data-Bereich“ des Flash-ROMs gespeichert.

-oder-

➢ Um die Änderung zu verwerfen, die Taste „STOP“ oder gleichzeitig die Funktionstasten „F1“ und „F2“ drücken und 3 Sekunden lang halten.

8 Parameterstruktur

8.1 Parameterstruktur und Übersicht

Die einzelnen Parameternamen sind aus einem Kennungsbuchstaben und einer vierstelligen Zahl aufgebaut. Ihrer Funktion entsprechend lassen sie sich in folgende inhaltliche Einheiten zusammenfassen:

8.1.1 C-Parameter Düsenkombinationen

Cxxxx-Block Düsenkombinationen

8.1.2 D-Parameter Displaykonfigurationen

D00xx-Block Verknüpfung Programmzustand mit Displayliste
D01xx-Block Verknüpfung von Anzeigeseiten zu einer Displayliste
D1xxx-Block Definitionen der Displayseiten

8.1.3 E-Parameter Erweiterung Flow-Elemente

E0000-Block Linearisierung und Typvorwahl Flow-Elemente
Die Daten von 100 Primär-Elementen folgen jeweils im 100er Abstand bis zum E9900-Block nach dem gleichen Aufbauschema wie der S4000-Block

8.1.4 F-Parameter: frei verwendbare Float-Parameter

F00xx-Block Float-Variablen und Konstanten zur Verwendung in Steuerausdrücken
F0000 bis F0049 dimensionslos
F0050 bis F0050 potentiell mit Attributen Dimension, Einheit, Min, Max, Beschreibung,...

8.1.5 H-Parameter Funktionen

H0000-Block Umschaltvektoren für Subprogramme
H1000-Block Externe, parametrierbare Funktionen
H5000-Block Externe, parametrierbare Filter
H7000-Block Benutzerdefinierte Einheiten

8.1.6 I-Parameter: frei verwendbare Integer-Parameter

I00xx-Block Integer-Variablen und Konstanten zur Verwendung in Steuerausdrücken

8.1.7 M-Parameter – Gasgemische und mechanische Elemente

M0000-Block Definition von Gasgemischen
M1000-Block Mechanische Elemente

8.1.8 P-Parameter - Messprogramme

In den 10 Messprogrammen können 10 verschiedene Konfigurationen des Messsystems hinterlegt werden. Für die Mess- und Rechenwerte des Messprogramms wird hier die Gasart, Zuordnung der Primär-Elemente und Sensoren, Festlegung und Skalierung der Messbereiche, Darstellung in physikalischen Einheiten und Kommastellen, Grenzwerte, Messzeiten, Displayeinstellungen, Skalierung und Zuordnung des Analogausganges u.a. festgelegt:

N ist hier der Laufindex für das Messprogramm von 0 bis 9

8.1.8.1 Pn000-Block: Primär-Elemente, Basisbeschreibung

Pn010-Block: Primärsignal (Differenzdruck)
Pn020-Block: Messdruck absolut
Pn030-Block: Messtemperatur
Pn040-Block: Messfeuchte
Pn050-Block: Bezugsdruck absolut
Pn060-Block: Bezugstemperatur
Pn070-Block: Bezugsfeuchte
Pn075-Block: Hilfseingang 0 Aux 0
Pn080-Block: Hilfseingang 1 Aux 1
Pn085-Block: Hilfseingang 2 Aux 2
Pn090-Block: Hilfseingang 3 Aux 3
Pn095-Block: Hilfseingang 4 Aux 4
Pn100-Block: Einheiten und Nachkommastellen für Größen
Pn200-Block: Einheiten und Nachkommastellen für R-Parameter
Pn300-Block: Bezugs- und Korrekturdruckrechnung
Pn310-Block: Funktionen
Pn350-Block: Berechnete R-Parameter
Pn400-Block: Regelung 1
Pn450-Block: Regelung 2
Pn500-Block: Grenzwerte
Pn550-Block: Automatische Programmumschaltung
Pn700-Block: Prozesszeiten
Pn800-Block: Anzeigeoptionen

8.1.9 R-Parameter – Read-Parameter, Messergebnisse der Messprogramme

Zur schnellen und direkten Abfrage der Mess- und Rechenergebnisse dienen die Read-Parameter. Die Übersicht für alle Werte findet man im Ryxxx-Block. (Y: Messkreisindex)
Das y beschreibt hierbei den gewünschten Messkreis (z. B.: 0 ist die erste Strecke und 1 die zweite beim Doppelstreckengerät). „xxx“ ist der Platzhalter für die Adresse des Wertes im Ryxxx-Block. Messkreise sind gleichzeitig aktiv. Jedem Messkreis kann ein Messprogramm zugeordnet werden.

8.1.9.1 Fehlercodes bei der Ausgabe von R-Parametern

Die hier beschriebenen Fehlercodes treten bei der Anzeige von R-Parametern auf dem Display auf (z. B. im Standard-Modus) oder bei der Abfrage mit dem Kommando „RPAR“. Für die Abfrage mit R???? haben sie keine Bedeutung.

Es gibt zwei unterschiedliche Fehlermöglichkeiten bei der Ausgabe von R-Parametern auf Display:

- Zum einen kann die Nummer des R-Parameters ungültig sein. In diesem Fall wird auf dem Display links „RXXXX“ angezeigt, und rechts eine Reihe von Fragezeichen.
- Zweitens können die R-Parameter selber fehlerbehaftet sein, Werte konnten evtl. nicht berechnet werden, weil Sensorfehler vorliegen, oder der Wert ist nicht verfügbar, weil die Berechnung nicht durchgeführt wurde. In diesem Fall wird rechts der Name und die Einheit des R-Parameters dargestellt, aber links erscheint nicht der Zahlenwert, sondern einer der folgenden Texte.

Anzeige	Interner Code	Bedeutung
noPort	ENOPORT	Der Eingang existiert nicht. Diese Meldung kann nur bei R-Parametern auftauchen, die direkte Analogeingänge repräsentieren.
noCALC	ENOTAVAIL	Der Wert wurde nicht berechnet oder gelesen.
S-OFF	EOFF	Der Sensor ist ausgeschaltet.
S-FAIL	EFAIL	Eingangswerte für die Berechnung sind außerhalb des Gültigkeitsbereichs (Grenzwertverletzung, Division durch 0, ...).
C-FAIL	EREL	Ein Wert, der zur Berechnung benötigt wird hat einen Fehler, in Folge konnte der Wert nicht ermittelt werden.
ConFiG	ECONFIG	Aufgrund von Fehlern in den für die Berechnung notwendigen Parametern konnte der Wert nicht berechnet werden.

Die Syntax der Sendeantworten entspricht denen von Zahlen in Exponentendarstellung oder Festkommazahlen.

8.1.10 S-Parameter - Systemparameter

Im Systemparameterbereich werden alle grundlegenden und übergreifenden Einstellungen und Konfigurationen getroffen. Er ist folgendermaßen aufgebaut:

S0000-Block: allgemeine Parameter
S0350-Block: Fehlerbedingungen von Ein- und Ausgängen
S0500-Block: Benutzerverwaltung
S1000-Block: Programmvorwahl
S1100-Block: Beruhigungszeiten Nullen
S1200-Block: Flipflops (Merker)
S1300-Block: Virtuelle Ausgänge
S1400-Block: SPS Steuereingänge
S1500-Block: Eingangs- und Ausgangszuordnungen
S1600-Block: Impulsventile
S1800-Block: Digitalausgänge
S2000-Block: Linearisierung der Sensoren
S3000-Block: Linearisierung der Sensoren
S4000-Block: Linearisierung der Primärelemente
S5000-Block: Linearisierung der Primärelemente
S6000-Block: Linearisierung der Primärelemente
S7000-Block: Linearisierung der Primärelemente
S8000-Block: Skalierung der Analogausgänge
S9000-Block: Sonderfunktionen
S9300-Block: Protokolldruck
S9500-Block: Verbindungsdefinition für virtuelle Ausgänge
S9600-Block: Konfiguration AK-Schnittstelle
S9700-Block: Ablaufsteuerung
S9800-Block: Scriptcode

Im Systemparameterbereich sind das Verhalten der seriellen Schnittstelle RS 232, die Sensor- und Primärelement - Linearisierungsdaten, sowie Sonderfunktionen hinterlegt. Die Definition der Messkreise und ihre Zuordnung zu Messprogrammen dient der gleichzeitigen Bereitstellung von Ergebnissen für parallel ablaufende Messungen und deren Ergebnisabfrage.

8.1.11 U-Parameter - Subprogramme

In diesem Parameterbereiche werden Subprogramme verwaltet.

9 Parameterliste

9.1 C-Parameter: Düsenkombinationen

Der Parameterblock Cxxxx (C0000-C0199) enthält im 20er Abstand 10 Datensätze für Düsenkombinationen, die für Pn000 anstelle eines Primär-Elements verwendet werden können. Dazu ist für Pn000 eine negative Primär-Elementnummer anzugeben. -1 entspricht der Düsenkombination aus C0000, -2 entspricht C0020 usw. Es können nur jeweils Düsen mit gleichem Auswertetyp (nach PTB oder nach CFO- Kalibrierung) kombiniert werden, ebenso müssen Kalibriergasart, Kalibrierbedingungen usw. übereinstimmen.
Im folgenden wird exemplarisch der Datensatz bei C0000 dargestellt:

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen	
C0000	Anzahl kombinierter Düsen	0...16	0	Düsenkombination ungültig
			1...16	N Düsen aus C0001..C0016 kombinieren
C0001	Düse #1	0...139	Nummer des Düsendatensatzes aus S4000-S7000 bzw. Exxxx	
...				
C0016	Düse #16	0...139	Nummer des Düsendatensatzes aus S4000-S7000 bzw. Exxxx	

Tabelle 5. Cxxxx-Block: Düsenkombinationen

9.2 D-Parameter: Displaylisten

Der Block Dxxxx definiert die Anzeigeoptionen in den verschiedenen Modi des Programms.

9.2.1 D0000-D0049-Block: Verknüpfung Programmzustand mit Displayliste

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
D0000	Verknüpfung Modus #0 mit einer Displayliste.	String „0“	Im Programmmodus 0 wird die hier angegebene Displayliste verwendet.
...			
D0049	Verknüpfung Modus #49 mit einer Displayliste.	String „0“	Im Programmmodus 49 wird die hier angegebene Displayliste verwendet.

Tabelle 6. D0000-Block: Verknüpfung Programmzustand mit Displayliste

Derzeit verwendete Programmmodi sind:

Modus	Beschreibung
0	Kontinuierlicher Betrieb
1	Anzeige des Messergebnisses während Poll und im Standardmodus
2	Anzeige während der Messung
3	Füllen
4	Beruhigen
5	Kalibrieren
6	Lüften
7	Warten auf SPS STOP
8	Anzeige des Messergebnisses im SPS Modus (separater Schritt)
9	Anzeige während des Nullens
10	Anzeige während des Systemlecktests
11	Anzeige der Ergebnisse des Systemlecktests

Der jeweilige Programmmodus wird über einen Ausdruck mit einer Liste verknüpft. Im einfachsten Fall enthält der Ausdruck nur eine Zahl, welche die zu verwendende Liste angibt. Es sind aber auch komplexere Ausdrücke denkbar. Zum Beispiel kann die Displayliste umgeschaltet werden, wenn sich das Programm im Messkreis ändert.

9.2.2 D0100-D0499-Block: Verknüpfung von Anzeigeseiten zu einer Displayliste

Im Block D0100-D0499 werden einzelne Anzeigeseiten zu einer Seitenliste zusammengefasst. Jede Liste kann bis zu 18 einzelne Seiten umfassen, zwischen denen mit Tasten umgeschaltet werden kann. Es können maximal 20 solcher Listen im 20er Abstand definiert werden. Hier exemplarisch die Definition von Liste #0, Displayliste #1 folgt bei D0120.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
D0100	Anzahl der Seiten in Liste #0.	0...18 [1]	N Seiten startend ab D0102 zur Anzeige bringen.
D0101	Anzeigemodus	0...1 [0]	0: Anzeige seitenweise. Mit F1 bzw. F3 kann vor und zurück geschaltet werden. Es werden immer alle Displays auf die neue Seite umgeschaltet. 1: Anzeige zeilenweise. Jede Displayzeile zeigt einen Ausschnitt aus einer Seite. F1 schaltet das obere, F2 das mittlere, und F3 das untere Display auf die folgende Seite um, unabhängig von den anderen Displays. Zurückblättern ist nicht möglich.
D0102	Seite #1	0...99	Nummer der ersten Seite in der Liste. Die Nummer bezieht sich auf die Seitendefinitionen in D1000-D1999.
D0119	Seite #18	0...99	Nummer der 18ten Seite in der Liste. Die Nummer bezieht sich auf die Seitendefinitionen in D1000-D1999.

Tabelle 7. D0100-Block: Verknüpfung von Anzeigeseiten zu einer Displayliste

9.2.3 D1000-D1999-Block: Definitionen der Displayseiten

Der Block D1000-D1999 definiert die einzelnen Anzeigeseiten, auf die im Block D0100-D0499 Bezug genommen wird. Seite #0 ist in D1000-D1002 definiert, Seite #1in D1010-D1012 usw.

Neben der Anzeige von bestimmten vordefinierten Daten gibt es zwei Möglichkeiten, den Wert von R-Parametern auf dem Display anzuzeigen:

- Anzeige eines direkt zugewiesenen R-Parameters
- Anzeige des R-Parameters, der in einem zugewiesenen P-Parameter gespeichert ist (siehe hierzu auch Kapitel 9.8.23)

An dieser Stelle geht es darum festzulegen, ob eine Standardgröße oder der Wert eines R-Parameters dargestellt werden soll, und ob der R-Parameter ggf. direkt oder indirekt zugewiesen wird.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
D1000	Anzeigewert für oberes Display	-7...-1 0...59999 [-1]	-12: Name des Programms in MK 2 -11: Name des Programms in MK 1 -10: Name des Programms in MK 0 (jeweils aus Pn899, siehe dort) -7: Bewertung aus Messkreis 2 -6: Bewertung aus Messkreis 1 -5: Bewertung aus Messkreis 0 -4: Aktuelle Uhrzeit -3: Aktuelles Datum -2: Programm-Nr. des Messkreises -1: Leeres Display 0...2999: R-Parameter Nummer 3000...9999: nicht belegt 10000...52999: P-Parameter-Nr. der R-Parameter enthält. Die Tausenderstelle gibt dabei den Messkreis an. Die Zehntausender-Stelle gibt an, ob der R-Parameter selber verwendet werden soll: 1xxxx: Kontinuierlichen Wert verwenden. 2xxxx: Mittelwert verwenden. 3xxxx: Summe verwenden. 4xxxx: Minimum verwenden. 5xxxx: Maximum verwenden.
D1001	Anzeigewert für mittleres Display	-7...-1 0...59999 [-1]	wie D1000
D1002	Anzeigewert für unteres Display	-7...-1 0...59999 [-1]	wie D1000

Tabelle 8. D1000-D1999-Block: Definitionen der Displaylisten

9.3 E-Parameter: Erweiterung Primär-Elemente

Der Parameterblock Exxxx (E0000-E9999) enthält die Definitionen von 100 zusätzlichen Primär-Elementen (Nummern 40-139). Die einzelnen Elemente sind im Abstand von 100 angeordnet und in ihrer Struktur identisch mit den Definitionen im Block S4000-S7000.

9.4 F- und I-Parameter: Frei verwendbare Parameter

Frei verwendbare Parameter können in Berechnungen (z. B. Ausdrücke oder Scripts) als Konstante verwendet werden. Der Vorteil gegenüber der direkten Verwendung der Werte im Ausdruck liegt darin, dass die Werte der Parameter im Editiermenü zugänglich gemacht werden können, sodass der Anwender die Werte ansehen und editieren kann. Änderungen werden jedoch erst nach „Save", „Temp" oder „Activate" wirksam.

Es gibt Parameter für zwei verschiedene Datentypen:

- F-Parameter F00xx können für Float-Werte verwendet werden
  F0000 bis F0049 dimensionslos
  F0050 bis F0050 potentiell mit Attributen Dimension, Einheit, Min, Max, Beschreibung,...
- I-Parameter I00xx können für Integer-Werte verwendet werden

Zur Verfügung stehen die Parameter F0000 bis F0099 und I0000 bis I0099.

Die Bedeutung ist üblicherweise in der Betriebsanleitung dokumentiert, siehe dort Kapitel „Optionen".

9.5 H-Parameter: Funktionen

9.5.1 H0000-H0499-Block: Umschaltvektoren

Die Umschaltvektoren werden dann verwendet, wenn umschaltbare Subprogramme verwendet werden, und die Umschaltung über den Wert eines R-Parameters ausgelöst wird. Erläuterungen zu den Subprogrammen und den verschiedenen Möglichkeiten, deren Umschaltverhalten festzulegen, finden Sie in Abschnitt 9.9.

Der Parameterblock Hxxxx (H0000-H0499) enthält im 10er-Abstand 50 Datensätze, jeweils einen für ein mögliches Subprogramm. Im folgenden wird exemplarisch der Datensatz bei H0000 dargestellt:

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
H0000	Nummer des R-Parameters, der bewertet werden soll	0...2999	
H0001	Untere Grenze		Untere Grenze für den R-Parameter in H0000
H0002	Obere Grenze		Obere Grenze für den R-Parameter in H0000
H0003	Umschaltziel bei Unterschreitung	0...9	Unterschreitet der R-Parameter in H0000 die untere Grenzen in H0001, erfolgt eine Umschaltung in das hier angegebene Subprogramm.
H0004	Umschaltziel bei Überschreitung	0...9	Überschreitet der R-Parameter in H0000 die obere Grenzen in H0002, erfolgt eine Umschaltung in das hier angegebene Subprogramm.

Tabelle 9. H0000-Block: Umschaltvektoren

9.5.2 H1000-H2999-Block: Externe, parametrierbare Funktionen

Für den internen Skript-Interpreter stehen Funktionen zur Verfügung, die außer dem Eingangswert weitere Parameter benötigen. 20 solcher Funktionen können im Block H1000-H2999 definiert werden. Sie werden in Ausdrücken mit EXTFUNC(Nummer, Eingangswert) aufgerufen, wobei Nummer die Nummer der externen Funktion ist. Die zugehörigen Parameter liegen im 100er Abstand bei H1000. Funktion 0 bei H1000, Funktion bei H1100 usw. Im folgenden wird exemplarisch Funktion 0 dargestellt.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen	H1000
H1000	Typ der Funktion	0...12	0: Ergebnis ist Ausdruck aus H1050 1: Polynom 2: Wurzelpolynom 3: Limit mit Begrenzung 4: Limit mit FAIL 5: Umrechnung von Einheiten 6: PSI Funktion 7: Dreieck 8: Rechteck 9: Sägezahn 10: Umgekehrter Sägezahn 11: Sinus 12: Kosinus	
H1001	Ausdruck	String		0
H1005	Polynom Ordnung	0...9	Ordnung des Polynoms	1,2
H1010	Polynom Koeffizient Ordnung 0		Koeffizient Ordnung 0 a0	1,2
H1011	Polynom Koeffizient Ordnung 1		Koeffizient Ordnung 1 a1	1,2
H1012	Polynom Koeffizient Ordnung 2		Koeffizient Ordnung 2 a2	1,2
H1013	Polynom Koeffizient Ordnung 3		Koeffizient Ordnung 3 a3	1,2
H1014	Polynom Koeffizient Ordnung 4		Koeffizient Ordnung 4 a4	1,2
H1015	Polynom Koeffizient Ordnung 5		Koeffizient Ordnung 5 a5	1,2
H1016	Polynom Koeffizient Ordnung 6		Koeffizient Ordnung 6 a6	1,2
H1017	Polynom Koeffizient Ordnung 7		Koeffizient Ordnung 7 a7	1,2
H1018	Polynom Koeffizient Ordnung 8		Koeffizient Ordnung 8 a8	1,2
H1019	Polynom Koeffizient Ordnung 9		Koeffizient Ordnung 9 a9	1,2
H1020	Polynom X-Faktor		Skalierungsfaktor zwischen Sensor-Rohwert und Polynom x-Wert	1,2
H1021	Polynom Y-Faktor		Skalierungsfaktor zwischen Polynom y-Wert und Polynomwert in SI Einheiten	1,2
H1023	Polynom Y-Korrektur	0.998 ... 1.002 [1.000]	Multiplikativer Korrekturfaktor für das Ergebnis des Polynoms.	1,2
H1030	Untere Grenze		Untere Grenze für Limit Funktion	3,4
H1031	Obere Grenze		Obere Grenze für Limit Funktion	3,4
H1032	Unterer Ausgabewert		Dieser Wert wird ausgegeben, wenn die untere Grenze unterschritten wird.	3
H1033	Oberer Ausgabewert		Dieser Wert wird ausgegeben, wenn die obere Grenze überschritten wird.	3
H1035	Größe bei Umrechnung der Einheiten	0..22	Siehe Kapitel 10	5
H1036	Ursprüngliche Einheit	0..99	Abhängig von H1035, siehe Kapitel 10	5
H1037	Gewünschte Einheit	0..99	Abhängig von H1035, siehe Kapitel 10	5
H1040	Gasart für PSI Funktion	1...16	Siehe Kapitel 9.8.1	6
H1045	Frequenz		Frequenz für zyklische Funktionen	7-13
H1046	Amplitude		Amplitude für zyklische Funktionen	7-13

Tabelle 10. H1000-Block: Externe, parametrierbare Funktionen

9.5.3 H5000-H6999-Block: Externe, parametrierbare Filter

Bis zu 20 digitale Filter können für spezielle Anwendungen konfiguriert werden. Die Filter verwenden die Formel

$$y_{n+1} = \alpha_0 * x_{n+1} + \alpha_1 * x_n + \alpha_2 * x_{n-1} - \beta_0 * y_n - \beta_1 * y_{n-1}$$

d. h. der neue Ausgangswert wird aus den Ein- und Ausgangswerten der letzten beiden Zyklen, sowie dem aktuellen Eingangswert berechnet. Mit dieser Darstellung lassen bis Übertragungsglieder bis zur Ordnung 2 implementieren. Die Filter können entweder direkt durch Angabe der Koeffizienten definiert werden, oder für vordefinierte Übertragungsglieder wie PT1 usw. durch Angabe der charakteristischen Werte.
Die Parameter für jedes Filter belegen einen 100er Block, im folgenden wird exemplarisch der Block H5000-H5099 dargestellt. Die Ergebnisse landen in den R-Parametern R1860-R1879.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen	H5000
H5000	Typ des Filters	0...7	0: Abgeschaltet 1: Koeffizienten wie angegeben 2: PT1 Glied 3: I Glied 4: PI Glied 5: PIDT1 Glied	
H5001	Eingangswert	String	Der hier angegebene Ausdruck bestimmt den Eingangswert des Filters	
H5005	Minimaler Ausgangswert		Ausgangswert wird durch diesen Wert begrenzt.	
H5006	Maximaler Ausgangswert		Ausgangswert wird durch diesen Wert begrenzt.	
H5010	Koeffizient α_0		Filterkoeffizient	1
H5011	Koeffizient α_1		Filterkoeffizient	1
H5012	Koeffizient α_2		Filterkoeffizient	1
H5013	Koeffizient β_0		Filterkoeffizient	1
H5014	Koeffizient β_1		Filterkoeffizient	1
H5020	P		Faktor P für PT1 Glied	2
H5021	T1		Faktor T1 für PT1 Glied	2
H5025	I		Faktor I für I Glied	3
H5030	P		Faktor P für PI Glied	4
H5031	I		Faktor I für PI Glied	4
H5035	P		Faktor P für PIDT1 Glied	5
H5036	I		Faktor I für PIDT1 Glied	5
H5037	D		Faktor D für PIDT1 Glied	5
H5038	T1		Faktor T1 für PIDT1 Glied	5

Tabelle 11. H5000-Block: Externe, parametrierbare Filter

9.5.4 H7000 -Block: Benutzerdefinierte Einheiten

Der Block H7000 erlaubt es, für die Größe mit dem Code 17 bis zu 10 benutzerdefinierte Einheiten zu konfigurieren. Diese lassen sich wie die vordefinierten Einheiten verwenden. Einschränkungen sind:

- Die erste Einheit wird immer implizit als SI Einheit angenommen. Faktor und Offset bei H7000 sind deshalb immer 1.0/0.0 und lassen sich nicht ändern.
- Die maximale String-Länge für die Display-Anzeige beträgt 7 Zeichen. Längere Strings werden für die Anzeige abgeschnitten. Eine Fehlermeldung erfolgt nicht.
- In einigen Fällen wird die Größe eines Wertes überprüft. Das LMS Modul z. B. prüft, ob der als Eingangswert verwendete R-Parameter die Größe Druckabfall hat.

Der endgültige Wert wird aus dem Wert in SI Einheiten durch Subtraktion des Offsets und Division durch den angegebenen Faktor ermittelt. Ist der Skalierungsfaktor 0 kommt es deshalb zu einem Laufzeitfehler.
Der im folgenden dargestellte Block bei H7000 wird 10 mal im Abstand von 10 wiederholt.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
H7000	Angezeigte Einheit	String	Maximal 7 Zeichen. Bis zu 4 Zeichen werden direkt angezeigt, bei längeren Eingaben wechselt die Anzeige zwischen Zeichen 0-3 und dem Rest.
H7001	Skalierungs-Faktor		SI-Faktor zur Umrechnung.
H7002	Offset a0		Offset

Tabelle 12. H7000-Block: Benutzerdefinierte Einheiten

Vergleiche auch Kapitel 10

9.6 M-Parameter: Gasgemische und mechanische Elemente

9.6.1 M0xxx-Block: Definition von Gasgemischen

Der Bereich M0xxx enthält im 100er Abstand 10 Definitionen für Gasgemische.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
M0000	Name des Gemischs	String „“	Name des Gasgemischs
M0001	Anzahl der Gase	1..10	Definiert, wie viele Gaseinträge ab M0010 gültig sind.
M0010	Gas 0	1...15	1: Luft 2: Argon 3: Kohlendioxid 4: Kohlenmonoxid 5: Helium 6: Wasserstoff 7: Stickstoff 8: Sauerstoff 9: Methan 10: Propan 11: n-Butan 12: Erdgas H 13: Erdgas L 14: Lachgas 15: Wasserdampf
M0011	Anteil Gas 0	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 0.
M0015	Gas 1	1...15	wie M0010
M0016	Anteil Gas 1	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 1.
M0020	Gas 2	1...15	wie M0010
M0021	Anteil Gas 2	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 2.
M0025	Gas 3	1...15	wie M0010
M0026	Anteil Gas 3	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 3.
M0030	Gas 4	1...15	wie M0010
M0031	Anteil Gas 4	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 4.
M0035	Gas 5	1...15	wie M0010
M0036	Anteil Gas 5	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 5.
M0040	Gas 6	1...15	wie M0010
M0041	Anteil Gas 6	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 6.
M0045	Gas 7	1...15	wie M0010
M0046	Anteil Gas 7	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 7.
M0050	Gas 8	1...15	wie M0010
M0051	Anteil Gas 8	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 8.
M0055	Gas 9	1...15	wie M0010
M0056	Anteil Gas 9	1E-3...1E6	Molanteil des Gases 9.

Tabelle 13. M0xxx-Block: Gasgemische

9.6.2 M1xxx-Block: Mechanische Elemente

Der Bereich M1xxx enthält im 10er Abstand 10 Definitionen für mechanische Elemente.

Parameter	**Bedeutung**	**Werte**	**Erläuterungen**
M1000	Name des Elements	String	Name des mechanischen Elements
M1001	Bez. Bewegung in Grundstellung	String	Enthält eine Bezeichnung für die Bewegung in Grundstellung für Anzeige- oder Logging-Zwecke
M1002	Bez. Bewegung in Arbeitsstellung	String	Enthält eine Bezeichnung für die Bewegung in Arbeitsstellung für Anzeige- oder Logging-Zwecke
M1003	Meldung für Fehler bei Bewegung in Grundstellung	String	Enthält eine Fehlermeldung für die Bewegung in Grundstellung für Anzeige- oder Logging-Zwecke
M1004	Meldung für Fehler bei Bewegung in Arbeitsstellung	String	Enthält eine Fehlermeldung für die Bewegung in Arbeitsstellung für Anzeige- oder Logging-Zwecke
M1005	Ausdruck für Istzustand	String	Ein Ausdruck anhand dessen der Istzustand des Elements ermittelt werden kann. Muss 0 für Grundstellung, 1 für Arbeitsstellung und –1 ergeben, wenn die Stellung unbekannt ist.
M1006	Timeout	0.02...120.0	Timeout für die Bewegung des mechanischen Elements

M1xxx-Block: Mechanische Elemente

9.7 S-Parameter: Systemparameter

9.7.1 S0000-Block: allgemeine Parameter

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S0001	Einzelschrittbetrieb	0...1 [0]	0: Abgeschaltet 1: Schrittbetrieb aktiv
S0002	Display-Initialisierung	0...1 [0]	0: Abgeschaltet 1: Display wird in jedem Zyklus neu initialisiert
S0003	Watchdog	0...1 [0]	0: Watchdog nicht benutzen 1: Watchdog aktivieren
S0004	Zeitsynchronisation	0...864000 [0]	0: Keine Zeitsynchronisation Sonst: Zeitintervall für die Synchronisation in Sekunden. Werte kleiner 60 Sekunden werden auf 60 Sekunden aufgerundet.
S0006	Baudrate der seriellen Schnittstelle (Ser0)	0...9 [5]	0: Ausgeschaltet 1: 300 Baud 2: 600 3: 1200 4: 4800 5: 9600 6: 19200 7: 38400 8: 57600 9: 115200
S0008	Serielle Ausgabe String-Endezeichen	0...2 [0]	0: CRLF 1: CR 2: LF 3: ETX
S0009	RTS/CTS Handshake	0...1 [0]	0: Aus (kein Handshake) 1: Ein (RTS/CTS Handshake)
S0010	Modus (Betriebsart)	0...63	Bitcodierter Wert zum Einstellen der Betriebsart. Bit 0: 1=Voller Ablauf, 0=Teilablauf Bit 1: 1=Externe Kontrolle, 0=Tasten Bit 2: 1=Externe Programmwahl Bit 3: 1=Stop bricht Messung ab, 0=Stop beendet Messung Bit 4: 1=Fehler bei Messung beendet eine Prüfung mit mehreren Zyklen, 0=alle Zyklen werden durchgeführt Bit 5: 1=Mittelwertsbildende Messung endet, wenn alle Messkreise fertig sind oder Fehler haben, 0=Mittelwertsbildende Messung bricht beim ersten Bewertungsfehler ab Gängige Werte: 0: Standardmodus 9: LMS mit Handsteuerung 15: SPS Ablauf
S0011	Anzahl Durchläufe	1...999	
S0012	Programmweiterschaltung, wenn S0011 > 1	0,1	0: keine Programmweiterschaltung 1: Programmweiterschaltung
S0013	Zähler NOK Sperre aktiv bei n x NOK	0...10 [0]	0: n = 0, nicht aktiv 1: n = 1, aktiv bei 1 x NOK usw. bis 10: n = 10, aktiv bei 10 x NOK

S0014	Bestimmung Systemleckage (LMS Ablauf): Anzahl Durchläufe, deren Ergebnis ignoriert wird	0...100 [0]	Die Gesamtzahl der Durchläufe bestimmt sich aus S0014 + S0015.
S0015	Bestimmung Systemleckage (LMS Ablauf): Anzahl Durchläufe, deren Ergebnis gewertet wird	1...100 [1]	Die Gesamtzahl der Durchläufe bestimmt sich aus S0014 + S0015.
S0016	Systemleckage nach Ermittlung permanent speichern	0...1 [1]	0: Nur temporär übernehmen. 1: Permanent speichern.
S0017	Bestimmung des Prüflingsvolumens (LMS Ablauf): Anzahl Durchläufe, deren Ergebnis ignoriert wird	0...100 [0]	Die Gesamtzahl der Durchläufe bestimmt sich aus S0017 + S0018.
S0018	Bestimmung des Prüflingsvolumens (LMS Ablauf): Anzahl Durchläufe, deren Ergebnis gewertet wird	1...100 [1]	Die Gesamtzahl der Durchläufe bestimmt sich aus S0017 + S0018.
S0019	Prüflingsvolumen nach Ermittlung permanent speichern	0...1 [1]	0: Nur temporär übernehmen. 1: Permanent speichern.
S0020	TCP Port für Comm Verbindung	0..65535 [54491]	0: keine Comm Verbindung über Netzwerk 1...65535: TCP Portnummer
S0021	Liste erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen eine Verbindung herstellen.
S0022	Liste nicht erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen keine Verbindung herstellen.
S0030	Timeout für DNS Operationen	0.0...90.0 [1.0]	Timeout für DNS Abfragen in Sekunden.
S0031	Syslog Server	String [„“]	Adresse/Hostname eines Syslog Servers. Wenn der String leer ist, werden die Einstellungen des Betriebssystems nicht verändert. Die Einstellung bleibt bis zum nächsten Booten erhalten.
S0040	Verhalten des DEFAULTS Befehls	0...3	Bit 0: Sicherheitsabfrage abschalten Bit 1: Leere Datei param.dat anlegen
S0050	Bestromungszeit für Impulsventile	0.02...5.0 [0.2]	Zeit in Sekunden, für die Impulsventile (S16xx) zum Umschalten bestromt werden.
S0051	Maximale Anzahl gleichzeitig bestromter Impulsventile	1..20 [20]	Es werden nie mehr als die hier eingestellte Anzahl an Impulsventilen gleichzeitig bestromt. Sollen Ventile geschaltet werden, obwohl die Maximalzahl bereits erreicht ist, dann wird das Schalten der Ventile verzögert.
S0060	Anzahl Samples beim Nullen	1..250 [10]	Anzahl der Zyklen über die beim Nullen gemittelt wird um den Nullungsoffset zu bestimmen.
S0080	Digitaler Ausgangsport, der bei einem Laufzeitfehler aktiv gesetzt wird.	-1...99	-1: abgeschaltet. Sonst: Die Nummer des digitalen Ausgangsports (DOnn in der Konfiguration), der bei Laufzeitfehlern aktiv gesetzt wird. Achtung: Das funktioniert erst bei Laufzeitfehlern, die nach Einlesen der Parameter auftreten, d. h. nicht während der Startup-Phase.

S0081	Digitaler Ausgangsport, der bei einem Laufzeitfehler inaktiv gesetzt wird.	-1...99	-1: abgeschaltet. Sonst: Die Nummer des digitalen Ausgangsports (DOnn in der Konfiguration), der bei Laufzeitfehlern inaktiv gesetzt wird. Achtung: Das funktioniert erst bei Laufzeitfehlern, die nach Einlesen der Parameter auftreten, d. h. nicht während der Startup-Phase.
S0090	Ausdruck der den Folgezustand nach Anzeige von Fehlern bestimmt.	String	Der Ausdruck bestimmt, in welchem Maschinenzustand verzweigt wird, nachdem Fehler im Zustand 1810 vom Benutzer bestätigt wurden. Der Ausdruck wird im Zustand 1820 ausgewertet. Fehlerhafte Ausdrücke führen zu einem Nothalt.
S0098	Anzahl aktiver Messkreise	1..3 [1]	Nur lesbar.
S0099	Geräte-/Serien-/Projekt-Nummer	String [„“]	Nur lesbar.
S0100	Versionsnummer der Software	String	Nur lesbar. Mehr Informationen sind über den VERS Befehl auslesbar.
S0101	Normbedingung Absolutdruck	[100000.0]	in Pascal
S0102	Normbedingung Temperatur	[293.15]	in Kelvin
S0103	Normbedingung Feuchte	[0.0]	0..1 r. F.
S0300	Aktivierte Module im Normalmodus	[7FFFFFFF] (alle Bits gesetzt)	Jedes Bit des angegebenen Wertes schaltet ein Modul im Normalmodus an oder aus (Bit gelöscht = aus, Bit gesetzt = an). Bit 0: Subprogramme Bit 1: Digitaleingänge Bit 2: Virtuelle Ein-/Ausgänge Bit 3: Mathematische Funktionen Bit 4: Berechnete R-Parameter Bit 5: Flipflops Bit 6: Analogausgänge Bit 7: Digitalausgänge Bit 8: Impulsventile Bit 9: Grafikausgabe Bit 10: Regler Bit 11: Hauptablauf-Kommandos Bit 12: Automatische Programmumschaltung Bit 13: Publish Bit 14: Subscribe Bit 15: Script bei Zuständen Bit 16: Script bei Ausdrücken Bit 17: Parametrierbare Filter Bit 18: AK Protokoll Bit 19: Benutzerdefiniertes Publish Bit 20: Display-Liste Bit 21: Mechanische Elemente Bit 24: Sensoren (Pn0xx) Bit 25: Durchflussberechnung Bit 26: SPS Start Signal

S0301	Zykluszeit im Normalmodus	0.02...2.0 [0.02]	in Sekunden
S0302	Aktivierte Module im Highspeed Modus	0 .. 65535	Jedes Bit des angegebenen Wertes schaltet ein Modul im Highspeed Modus an oder aus (Bit gelöscht = aus, Bit gesetzt = an). Bit-Zuordnung genau wie bei S0300
S0303	Zykluszeit im Highspeed Modus	0.001...2.0 [0.002]	in Sekunden
S0311	Displayupdate	0.02...5.0 [0.3]	Displayanzeige nur jede n Sekunden

*) nur wenn in S0010 voller Ablauf eingestellt ist

Tabelle 14. S0000 - Block: allgemeine Parameter

Weitere Informationen

- Zugriffsbeschränkung für TCP Verbindung siehe Kapitel 5.2.6

9.7.1.1 Mehrere Prüfdurchläufe mit einem Prüfling

Optional können mit einem Prüfling mehrere Messungen durchgeführt werden (ohne Deadaption, ohne Unterbrechung der ggf. vorhandenen Regelung), wobei folgender Ablauf eingehalten wird (Umschalt- und Zwischenschritte sind nicht aufgeführt):

- Programm wählen
- Füllen
- Beruhigen
- Messen
- Fallunterscheidung:
  - der eben durchgeführte Durchlauf war nicht der letzte Durchlauf: zurück zu „Füllen“, nächster Durchlauf.
  - der eben durchgeführte Durchlauf war der letzte Durchlauf: weiter mit „Entlüften“.
- Entlüften

9.7.1.2 Automatische Programmweiterschaltung:

Wenn mittels S0011 > 1 mehrere Durchläufe parametriert sind, besteht optional die Möglichkeit, das Programm bei jedem Durchlauf um 1 zu erhöhen:

- 1. Durchlauf: Startprogramm, wie über S1400-S1402 vorgegeben.
- 2. Durchlauf: Startprogramm + 1.
- usw.

Die Programmweiterschaltung wird begrenzt durch die Parameter S1010 (niedrigste gültige Programmnummer Messkreis 0) und S1020 (höchste gültige Programmnummer Messkreis 3). Bei Überschreitung der höchsten Programmnummer wird auf die niedrigste Programmnummer weitergeschaltet (zyklisches Verhalten).

9.7.2 S0350-Block: Fehlerbedingungen von Ein- und Ausgängen

Im Block S0350 wird konfiguriert, unter welchen Bedingungen Fehlerflags für Ein- oder Ausgänge gesetzt werden. Ein- und Ausgänge werden dazu in Gruppen aufgeteilt: Analoge Eingänge, analoge Ausgänge, Typ 400 Karten (Digitale Ein-/Ausgänge) und serielle Sensoren. Sobald in einer Gruppe Fehler über eine einstellbare Zeit vorliegen, wird ein Fehlerflag gesetzt. Dieses Fehlerflag wird zurückgesetzt, sobald über ein – wiederum einstellbares – Zeitintervall kein Fehler mehr auftritt. Das Fehlerflag wird dem Script-Interpreter über die Variable FAULT zur Verfügung gestellt und kann z. B. dazu verwendet werden, die Fehlerbedingung über einen Digitalausgang zu melden.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S0350	Fehlerbehandlung Analogeingänge ein/aus	0...1 [0]	0: Abgeschaltet 1: Fehlerauswertung aktiv
S0351	Zeit bis Fehler	0.02...60.0 [2.0]	Zeit in Sekunden, über die ein Fehler permanent anliegen muss, bis das Fehlerflag gesetzt wird.
S0352	Zeit bis Rücknahme Fehlerflag	0.02...60.0 [2.0]	Zeit in Sekunden, die nach Aktivieren des Fehlerflags fehlerfrei vergehen muss, bis das Fehlerflag wieder zurückgesetzt wird.

Nach demselben Muster enthält der Block S036n Parameter für analoge Ausgänge, der Block S037n Parameter für Typ 400 Karten, und der Block S038n Parameter für serielle Sensoren.

Weitere Hinweise:

- Bei Analogeingängen wird ein Ansprechen der 4-20mA Überwachung (S2n35), oder eine Grenzwertüberschreitung (S2n36 ff.) als Fehler gewertet.
- Fehler für Analogausgänge werden nur von Typ 200 Karten im 4-20mA Betrieb gemeldet.
- Der Abfragezyklus der seriellen Sensoren hängt vom Typ und von der Anzahl der konfigurierten Sensoren ab. Ein Fehler wird dann ausgelöst, wenn es keine letzte Abfrage gab, oder wenn bei der letzten Abfrage ein Fehler auftrat. Der Fehler wird so lange in jedem Zyklus ausgelöst, bis der Sensor erfolgreich abgefragt werden konnte.

9.7.3 S0500-Block: Benutzerverwaltung

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S0500	Beschreibung Benutzer 0	String [„“]	Namen der Benutzergruppe
S0501	Gruppenzugehörigkeit Benutzer 0	0...$7FFFFFFF	Bitcodiert, jedes gesetzte Bit aktiviert die Zugehörigkeit zu einer Gruppe.
S0502	Passwort Benutzer 0	0...9999	Einzugebendes Passwort

Die Parameter S0510-S0599 enthalten weitere 9 Benutzerdefinitionen nach dem gleichen Schema.

Weitere Informationen

- Beispiele und Standardeinstellungen siehe Abschnitt 2.2.7.2
- Auswirkungen der Benutzer-spezifischen Zugriffsbeschränkungen im Editiermenü siehe Abschnitt 7.4.4.2.

9.7.4 S1000-Block: Programmvorwahl

Eine Messstrecke mit einem Satz an Sensoren usw. wird als Messkreis bezeichnet. Das LMF kann bis zu drei Messkreise simultan rechnen.
Jedem Messkreis kann ein Programm zugeordnet werden, in dem die Definition der Messstrecke festgelegt ist.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1000	Messkreis 0 (Einzelstrecke)	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1001	Messkreis 1 (Doppelstrecke)	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1002	Messkreis 2 (Dreifachstrecke)	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1010	Niedrigste Programmnummer MK 0	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1011	Niedrigste Programmnummer MK 1	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1012	Niedrigste Programmnummer MK 2	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1020	Höchste Programmnummer MK 0	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1021	Höchste Programmnummer MK 1	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1022	Höchste Programmnummer MK 2	0...9	Zuordnung Programm 0 – 9
S1030	Programm im Messkreis 0 automatisch umschalten.	0...3	0: Keine Umschaltung 1: Umschalten nach Block Pn550 2: Umschalten nach Block Pn560 3: Umschalten nach Block Pn550 und Pn560
S1031	Programm im Messkreis 1 automatisch umschalten.	0...3	0: Keine Umschaltung 1: Umschalten nach Block Pn550 2: Umschalten nach Block Pn560 3: Umschalten nach Block Pn550 und Pn560
S1032	Programm im Messkreis 2 automatisch umschalten.	0...3	0: Keine Umschaltung 1: Umschalten nach Block Pn550 2: Umschalten nach Block Pn560 3: Umschalten nach Block Pn550 und Pn560
S1035	Wartezeit/Beruhigungszeit für automatische Programmumschaltung im Messkreis 0.	0...300	Zeit in Sekunden, bis die nächste automatische Umschaltung möglich ist.
S1036	Wartezeit/Beruhigungszeit für automatische Programmumschaltung im Messkreis 1.	0...300	Zeit in Sekunden, bis die nächste automatische Umschaltung möglich ist.
S1037	Wartezeit/Beruhigungszeit für automatische Programmumschaltung im Messkreis 2.	0...300	Zeit in Sekunden, bis die nächste automatische Umschaltung möglich ist.
S1040	Gut-/Schlecht Bewertung anhand Block Pn500 (Grenzwerte) im Messkreis 0 durchführen	0...1	0: Aus, keine Bewertung 1: Ein, Bewertung durchführen
S1041	Gut-/Schlecht Bewertung anhand Block Pn500 (Grenzwerte) im Messkreis 1 durchführen	0...1	0: Aus, keine Bewertung 1: Ein, Bewertung durchführen
S1042	Gut-/Schlecht Bewertung anhand Block Pn500 (Grenzwerte) im Messkreis 2 durchführen	0...1	0: Aus, keine Bewertung 1: Ein, Bewertung durchführen

Tabelle 15. S1000-Block: Messkreise und Analogausgänge

9.7.5 S1100-Block: Beruhigungszeiten Nullen

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1100	Beruhigungszeit vor Nullen, Gruppe 0	0...600 [0.0]	Zeit in Sekunden
S1101	Beruhigungszeit vor Nullen, Gruppe 1	0...600 [0.0]	Zeit in Sekunden
S1102	Beruhigungszeit vor Nullen, Gruppe 2	0...600 [0.0]	Zeit in Sekunden

Tabelle 16. S1100-Block: Beruhigungszeiten Nullen

9.7.6 S1200-Block: Flipflops (Merker)

Im Block 1200 können bis zu 10 Flipflops definiert werden. Der Ausgangszustand der Flipflops lässt sich mit der FF Funktion des Skript-Interpreters abfragen. Die Flipflops werden gesetzt, wenn der Set-Ausdruck einen Wert ungleich 0 hat. Das Rücksetzen erfolgt je nach Flipflop Typ:

- Beim Typ 1, wenn der Reset Ausgang einen Wert <> 0 hat.
- Bei den Typen 2 und 3 nach Ablauf der definierten Haltezeit.

Die Typen 2 und 3 unterscheiden sich durch das Triggerverhalten: Typ 2 ist retriggerbar, d. h. in jedem Zyklus wird der Set-Ausdruck erneut überprüft, und die Haltezeit wird gegebenenfalls neu gestartet. Typ 3 ist nicht retriggerbar und fällt nach Ablauf der Haltezeit auf jeden Fall für einen Zyklus ab, bevor der Set-Ausdruck neu ausgewertet wird.
Die neuen Ausgangswerte der Flipflops werden in jedem Zyklus in der Reihenfolge 0...9 berechnet. Eine Flipflop Definition, die den Ausgang eines anderen Flipflops abfragt, liest den neuen Wert also nur dann im selben Zyklus, wenn die Nummer des abgefragten Flipflops kleiner ist.

Die folgende Tabelle zeigt nur ein Flipflop, die Parameter für neun weitere folgen bei S1210, S1220 usw.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1200	Typ des Merkers	0...3 [0]	0: Abgeschaltet 1: RS Flipflop 2: Monostabil, retriggerbar 3: Monostabil, nicht retriggerbar
S1201	Set-Ausdruck	String [„“]	Ausdruck, der den Merker setzt, wenn er einen Wert <> 0 ergibt. Gültig für die Typen 1-3.
S1202	Reset-Ausdruck	String [„“]	Ausdruck, der den Merker zurücksetzt, wenn er einen Wert <> 0 ergibt. Gültig für den Typ 1.
S1203	Haltezeit	0.02...86400 [1.0]	Haltezeit für die Merker Typ 2 und 3 in Sekunden.

Tabelle 17. S1200-Block: Flipflops (Merker)

9.7.7 S1300-Block: Virtuelle Ausgänge

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1300	Ausdruck für Ausgang 0	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1301	Ausdruck für Ausgang 1	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1302	Ausdruck für Ausgang 2	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1303	Ausdruck für Ausgang 3	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1304	Ausdruck für Ausgang 4	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1305	Ausdruck für Ausgang 5	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.

S1306	Ausdruck für Ausgang 6	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1307	Ausdruck für Ausgang 7	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1308	Ausdruck für Ausgang 8	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1309	Ausdruck für Ausgang 9	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1310	Ausdruck für Ausgang 10	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1311	Ausdruck für Ausgang 11	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1312	Ausdruck für Ausgang 12	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1313	Ausdruck für Ausgang 13	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1314	Ausdruck für Ausgang 14	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1315	Ausdruck für Ausgang 15	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1316	Ausdruck für Ausgang 16	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1317	Ausdruck für Ausgang 17	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1318	Ausdruck für Ausgang 18	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.
S1319	Ausdruck für Ausgang 19	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn eine Verbindung besteht.

Tabelle 18. S1300-Block: Virtuelle Ausgänge

Weitere Informationen

- Syntax der Steuerausdrücke siehe Kapitel 6.3

9.7.8 S1400-Block: SPS Steuereingänge

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1400	Ausdruck, der im SPS Modus das Programm für den Messkreis 0 bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1401	Ausdruck, der im SPS Modus das Programm für den Messkreis 1 bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1402	Ausdruck, der im SPS Modus das Programm für den Messkreis 2 bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1403	Ausdruck, der im SPS Modus das Startsignal für die SPS bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn der SPS Modus aktiv ist.
S1404	Ausdruck, der das GO Signal bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus ausgewertet, wenn der SPS Modus aktiv ist.
S1405	Ausdruck, der das ACK Signal bestimmt (Rücksetzen des NOK Zählers).	String [„“]	Der Ausdruck wird ausgewertet, wenn eine Sperre wegen zu vielen Fehlern vorliegt.
S1406	Ausdruck, der das ZERO Signal bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1407	Ausdruck, der das CALMIN Signal bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1408	Ausdruck, der das CALMAX Signal bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.

S1409	Ausdruck, der das LDET Signal bestimmt (Bestimmung der Systemleckage).	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1410	Ausdruck, der das VDET Signal bestimmt (Bestimmung des Prüflingsvolumens).	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1411	Ausdruck für Erweiterungssignal #0 (produktspezifisch)	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1412	Ausdruck für Erweiterungssignal #1 (produktspezifisch)	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.
S1413	Ausdruck für Erweiterungssignal #2 (produktspezifisch)	String [„“]	Der Ausdruck wird nach Anlegen des Start Signals durch die SPS ausgewertet.

Tabelle 19. S1400-Block: Steuereingänge

Weitere Informationen

- Syntax der Steuerausdrücke siehe Kapitel 6.3

9.7.9 S1500-Block: Eingangs-/Ausgangszuordnungen

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1500	Nummer des Digital-Eingangs für die STOP Taste	-1 0...99 [1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1501	Nummer des Digital-Eingangs für die TEST Taste	-1 0...99 [-1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1502	Nummer des Digital-Eingangs für die START Taste	-1 0...99 [0]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1503	Nummer des Digital-Eingangs für die SAVE Taste	-1 0...99 [-1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1504	Nummer des Digital-Eingangs für die TEMP Taste	-1 0...99 [-1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1505	Nummer des Digital-Eingangs für die ZERO Taste	-1 0...99 [3]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1506	Nummer des Digital-Eingangs für die EDIT Taste	-1 0...99 [-1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1507	Nummer des Digital-Eingangs für die PROG Taste	-1 0...99 [-1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1508	Nummer des Digital-Eingangs für die LEAK Taste	-1 0...99 [-1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.

Tabelle 20. S1500-Block: Eingangs-/Ausgangszuordnungen

9.7.10 S1600-Block: Impulsventile

Block S1600 enthält die Daten für 20 Impulsventile. Die unten gezeigten Daten bei S1600 werden im 5-er Abstand 20 mal wiederholt.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1600	Nummer des Digital-Ausgangs für das Öffnen von Impulsventil 0.	-1 0...99 [1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1601	Nummer des Digital-Ausgangs für das Schließen von Impulsventil 0.	-1 0...99 [-1]	Nummer des Digital-Eingangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1602	Ausdruck, der den Zustand von Impulsventil 0 bestimmt.	String [„“]	Der Ausdruck wird in jedem Zyklus evaluiert und bestimmt den Zustand des Ventils.

Tabelle 21. S1600-Block: Impulsventile

Weitere Informationen
- Syntax der Steuerausdrücke siehe Kapitel 6.3

9.7.11 S1800-Block: Digitalausgänge

Der Block S1800 erlaubt es, bis zu 40 Digitalausgängen Ausdrücke zuzuweisen, die den Zustand dieses Ausgangs bestimmen. Die Ausdrücke werden in jedem Zyklus neu ausgewertet. Die folgende Definition bei S1800 wiederholt sich 40 mal (bis S1995) im 5-er Abstand.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S1800	Nummer des Digitalausgangs, dessen Zustand Ausdruck in S1801 bestimmt wird.	-1 0...99 [1]	Nummer des Digitalausgangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1801	Ausdruck der zur Bestimmung des Zustands des in S1800 definierten Ports ausgewertet wird.	String [„“]	
S1805	Nummer des Digitalausgangs, dessen Zustand Ausdruck in S1806 bestimmt wird.	-1 0...99 [1]	Nummer des Digitalausgangs oder –1 wenn keiner definiert.
S1806	Ausdruck der zur Bestimmung des Zustands des in S1805 definierten Ports ausgewertet wird.	String [„“]	
usw.	usw.	usw.	usw.

Tabelle 22. S1800-Block: Digitalausgänge

Weitere Informationen
- Syntax der Steuerausdrücke siehe Kapitel 6.3

9.7.12 S2000/S3000-Block: Linearisierung der Sensoren

Zum Verständnis
Die folgenden Parameter wiederholen sich für jeden analogen Eingang (wobei „analog“ an dieser Stelle alle im Rahmen der Auflösung stufenlos veränderlichen Werte meint, z. B. auch Messwerte von seriellen Sensoren). Der Kleinbuchstabe n in der Parameternummer steht für die Nummer des Datensatzes. Diese Nummer muss nicht zwingend mit der Kanalnummer einer Wandlerkarte übereinstimmen, siehe auch Parameter S2n50.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S2n00	Art des Sensors	-1...4	-1: Abgeschaltet 0: Integrierter Analogeingang 1: Serieller Sensor 2: R-Parameter 3: Integrierter Frequenzeingang 4: Integrierter Zähler
S2n01	Linearisierungsart	-1...2	-1: ohne Linearisierung / Polynom 0: Polynomrechnung 1: PT100/PT1000 Linearisierung 2: PT100/PT1000 mit Polynom
S2n05	Linearisierung SENSOR x Ordnung	0...9	Ordnung des Polynoms
S2n10	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 0		Koeffizient Ordnung 0 a0
S2n11	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 1		Koeffizient Ordnung 1 a1
S2n12	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 2		Koeffizient Ordnung 2 a2
S2n13	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 3		Koeffizient Ordnung 3 a3
S2n14	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 4		Koeffizient Ordnung 4 a4
S2n15	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 5		Koeffizient Ordnung 5 a5
S2n16	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 6		Koeffizient Ordnung 6 a6
S2n17	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 7		Koeffizient Ordnung 7 a7
S2n18	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 8		Koeffizient Ordnung 8 a8
S2n19	Linearisierung SENSOR x Koeffizient Ordnung 9		Koeffizient Ordnung 9 a9
S2n20	Linearisierung SENSOR x X-Faktor		Skalierungsfaktor zwischen Sensor-Rohwert und Polynom x-Wert
S2n21	Linearisierung SENSOR x Y-Faktor		Skalierungsfaktor zwischen Polynom y-Wert und Polynomwert in SI Einheiten
S2n22	Seriennummer des Sensors	String	
S2n23	Linearisierung SENSOR x Y-Korrektur	0.998 ... 1.002 [1.000]	Multiplikativer Korrekturfaktor für den y-Wert des Polynoms
S2n30	SENSOR x Offset Wert		Sensoroffset in SI-Basiseinheit (auch für PT100 gültig)
S2n31	SENSOR x Offset Verfahren	0...1	0: Kompensation vor Kennlinie 1: Kompensation nach Kennlinie

S2n32	Nullung	0...7 [0]	Bitweise Konfiguration. Ein gesetztes Bit schaltet die Funktion ein, ein nicht gesetztes Bit schaltet sie aus. Bit 0: Gruppenweises automatisches Nullen (Befehl ZERO, Nullen Taste oder SPS) aus/ein. Bit 1: Manuelles Nullen ein (Befehl IZERO oder Testmenu) aus/ein. Bit 2: Offsetüberprüfung nach Nullen aus/ein. Das Ergebnis der Nullung wird verworfen, wenn der ermittelte Offset nicht in den in S2n40/S2n41 angegebenen Grenzen liegt.
S2n33	Intervall für automatischen Nullpunktsabgleich	0...97200 [0.0]	0: kein automatischer Nullpunktabgleich sonst: Intervall in Sekunden
S2n34	Gruppierung für automatischen Nullpunktsabgleich	0...2 [0]	Sensoren in derselben Gruppe werden zusammen genullt. Der Parameter gibt die Zuordnung zu einer von drei möglichen Gruppen an.
S2n35	Sensorfehler ausgeben bei 4...20mA Signal falls I<3.5mA	0...1	0: inaktiv 1: aktiv **Achtung** Funktioniert bei neueren Systemen nicht mehr, seit das LMF intern Ströme in A statt in mA rechnet!
S2n36	Behandlung von Grenzwertüberschreitungen (Grenzwerte in S2n37 & S2n38).	0...4 [0]	0: inaktiv 1: aktiv, Rohwert prüfen und Sensorfehler bei Verletzung auslösen 2: Rohwert auf Grenzwert limitieren 3: aktiv, linearisierten Wert prüfen und Sensorfehler bei Verletzung auslösen 4: linearisierten Wert auf Grenzwert limitieren
S2n37	minimal zulässiger Sensorwert	[0.0]	
S2n38	maximal zulässiger Sensorwert	[2.0]	
S2n39	Größe des Ringpuffers für Dämpfung	1...5 [1]	Mittelwert von n Messwerten bilden
S2n40	Untere Grenze für Offset nach Nullen.	[-1E30]	Nur gültig wenn Bit 2 von S2n32=1
S2n41	Obere Grenze für Offset nach Nullen.	[+1E30]	Nur gültig wenn Bit 2 von S2n32=1

Tabelle 23. S2000/3000-Block: Linearisierung der Sensoren

9.7.12.1 Offsetkorrektur des Differenzdrucksensors

Voraussetzung:
Das Messsystem ist mit Ventilen ausgerüstet, welche den Differenzdrucksensor vom Primär-Element trennen und seine Eingänge kurzschließen.

Prinzip:
Die beiden Eingänge des Differenzdrucksensors werden pneumatisch kurzgeschlossen, der dann nach einer Stabilisierungszeit gemessene Differenzdruck wird von der Steuerungssoftware als Nullpunkt verwendet.

Der Nullabgleich wird ausgelöst durch:
- Betätigen des Tasters „Zero“
- Senden des Sonderbefehls „ZERO“ über serielle Schnittstelle (RS232)
- Automatisch in festgelegten Zeitintervallen. Das Zeitintervall wird pro Analogeingang mit dem Parameter S2n33 festgelegt, S2n33=0.0 unterdrückt den automatischen Nullabgleich. Alle Eingänge einer Nullungsgruppe (S2n34) werden gemeinsam genullt, sobald das kleinste Zeitintervall innerhalb der Gruppe abgelaufen ist. Die Parameter S110n bestimmen die Beruhigungszeit für die jeweilige Gruppe von Eingängen.

Eigenschaften des Nullabgleichs:
- Der Nullabgleich wird nur im Standardmodus durchgeführt.
- Bei Doppelstreckensystemen wird der Nullabgleich für die Differenzdrucksensoren beider Messkreise simultan durchgeführt.
- Ist das System mit mehreren Differenzdrucksensoren für einen Messkreis ausgerüstet (etwa für automatische Messbereichsumschaltung), so wird nur für denjenigen Sensor ein Nullabgleich durchgeführt, welcher im momentan aktiven Programm verwendet wird.
- Im SPS-Betrieb wird der manuell ausgelöste Nullabgleich nur durchgeführt, wenn das System sich zum Zeitpunkt der Betätigung des Tasters „ZERO“ im Zustand „POLL“ befindet. Der zeitintervall-induzierte Nullabgleich wird im jeweils nächstfolgenden Zustand „POLL“ durchgeführt.

9.7.13 Erweiterter Parametersatz für integrierte Analogeingänge

S2n50	Nummer des integrierten Analogeingangs	0...9	Greift auf den Eingang mit dem Namen AInn in der Konfiguration zu (nn entspricht der Nummer des Analogeingangs).
S2n51	Filterfrequenz	0...1000 [0]	Filterfrequenz für den Analogeingang in Hz. Steht hier ein Wert <> 0, dann wird der Filter der Analogkarte auf den Wert gesetzt.

Tabelle 24. Erweiterter Parametersatz für integrierte Analogeingänge

9.7.14 Erweiterter Parametersatz für serielle Analogeingänge

S2n60	Sensortyp	0...6	0: direkter Eingang, unaufgefordertes Senden, z. B. RPT. Dieser kann nur einmal und nicht in Verbindung mit anderen Typen vorkommen. 1: PDP, Differenzeingang 2: PDP, Statischer Eingang 3: DTM 4: Meriam 1500 5: Honeywell PPT 6: Mensor 6000/6100
S2n61	RS485 Adresse	0...99	RS485 Adresse des seriellen Sensors
S2n62	Linearisierungsdaten aus Sensor auslesen (nur PDP)	0...1 [0]	0: inaktiv 1: aktiv

Tabelle 25. Erweiterter Parametersatz für serielle Analogeingänge

9.7.15 Erweiterter Parametersatz für R-Parameter als Eingänge

S2n70	Nummer des R-Parameters	0..2999	Die Nummer des R-Parameters, der ausgelesen wird, um den Wert für den Eingang zu generieren.

Tabelle 26. Erweiterter Parametersatz für R-Parameter als Eingänge

9.7.16 Erweiterter Parametersatz für integrierte Frequenzeingänge

S2n80	Nummer des integrierten Frequenzeingangs	0...9	Greift auf den Eingang mit dem Namen FQnn in der Konfiguration zu (nn entspricht der Nummer des Frequenzeingangs).
S2n81	Prescalerwert	1...8	Exponent zur Basis 2 des Prescalerwerts (siehe Dokumentation zu den T500 und T510 Karten). 1: Prescaler 2 2: Prescaler 4 3: Prescaler 8 4: Prescaler 16 5: Prescaler 32 6: Prescaler 64 7: Prescaler 128 8: Prescaler 256

Tabelle 27. Erweiterter Parametersatz für integrierte Frequenzeingänge

9.7.17 Erweiterter Parametersatz für integrierte Zählereingänge

S2n90	Nummer des integrierten Zählereingangs	0...9	Greift auf den Eingang mit dem Namen CTnn in der Konfiguration zu (nn entspricht der Nummer des Zählereingangs).

Tabelle 28. Erweiterter Parametersatz für integrierte Zählereingänge

Hinweis:
Da das Ändern der Koeffizienten den Verlust der Kalibrierung zur Folge haben kann, ist dies normalerweise der TetraTec Instruments GmbH vorbehalten.

Fehlerbehandlung:
Bei gleichzeitigem Vorhandensein von einem seriellen Sensor mit direktem Eingang (d. h. ein Sensor der unaufgefordert sendet) und anderen seriellen Sensoren (z. B. PDP) oder mehreren Sensoren mit direkten seriellen Eingängen wird das Programm angehalten bis der Konflikt (Gefahr von Buskollisionen) durch Ändern der Parameter behoben ist. Dieser Fehler und die Kommunikationsfehler, die bei der Initialisierung der seriellen Sensoren auftreten, werden in Laufschrift angezeigt.

Serielle Sensoren können im Testmodus wie physikalische Eingänge angezeigt und genullt werden.

9.7.18 S4000-S7000 Block: Linearisierung Primär-Elemente

Die Daten der Primär-Elemente folgen jeweils im 100er Abstand.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S4n00	Typ des Primär-Elements und Auswerte-Art	0...1 20...21 40...43 45...49 60 80 100...101 120 140 [0]	Typ und Auswerte-Art des Primär-Elements 0: Standard LFE 1: Uniflow LFE 20:Kritische Düse nach PTB 21:Kritische Düse nach CFO 40: Blende mit Flansch-Druckentnahme 41: Blende mit Eckdruckentnahme 42: Blende mit D-D/2 Druckentn. 45: Venturi-Düse 46: Venturi-Rohr gussrauh 47: Venturi-Rohr bearbeitet 48: Venturi-Rohr, geschweißt 49: SAO-Düse 60: Accutube 61: Beta-Flow 80: Gaszähler 100: Direkter Massenstromeingang 101: Direkter Volumenstromeingang 120: Leckagemessung (LMS) 140: Kein Primärelement
S4n01	Gasart bei Kalibrierung	0...15 [1]	Gasart bei Kalibrierung 1: Luft 2: Argon 3: Kohlendioxid 4: Kohlenmonoxid 5: Helium 6: Wasserstoff 7: Stickstoff 8: Sauerstoff 9: Methan 10: Propan 11: n-Butan 12: Erdgas H 13: Erdgas L 14: Lachgas L 15: Wasserdampf
S4n02	Kalibrierdruck	0...1000000 [101325]	Absolutdruck in Pascal
S4n03	Kalibriertemperatur	0...1000 [294.26]	Temperatur in Kelvin
S4n04	Kalibrierfeuchte	0...1 [0.0]	Feuchte dimensionslos
S4n05	Ordnung Polynom	0...9 [1]	Ordnung des Polynoms
S4n10	Koeffizient Ordnung 0	[0.0]	Koeffizient a0
S4n11	Koeffizient Ordnung 1	[1.0]	Koeffizient a1
S4n12	Koeffizient Ordnung 2	[0.0]	Koeffizient a2
S4n13	Koeffizient Ordnung 3	[0.0]	Koeffizient a3
S4n14	Koeffizient Ordnung 4	[0.0]	Koeffizient a4
S4n15	Koeffizient Ordnung 5	[0.0]	Koeffizient a5
S4n16	Koeffizient Ordnung 6	[0.0]	Koeffizient a6
S4n17	Koeffizient Ordnung 7	[0.0]	Koeffizient a7
S4n18	Koeffizient Ordnung 8	[0.0]	Koeffizient a8
S4n19	Koeffizient Ordnung 9	[0.0]	Koeffizient a9

S4n20	X-Faktor	[0.01]	Skalierungsfaktor Polynom-Eingabewert von SI-Einheiten auf Polynom-Einheiten
S4n21	Y-Faktor	[60000]	Skalierungsfaktor Polynom-Ausgabewert (Durchfluss) von Polynomeinheiten auf SI-Einheiten
S4n22	Seriennummer des Primär-Elements	String [„“]	
S4n23	Y-Korrektur	0.998 ... 1.002 [1.000]	Multiplikativer Korrekturfaktor für den Ausgabewert des Polynoms
S4n25	Vorbedingung für Berechnung	String [„“]	Mit diesem Ausdruck können Vorbedingungen für die Berechnung definiert werden. Evaluiert der Ausdruck zu 0 (FALSE), dann wird keine Berechnung durchgeführt und alle abhängigen Durchflusswerte sind fehlerbehaftet. Ergibt der Ausdruck einen Wert ungleich 0, dann wird die Berechnung durchgeführt. Die Skript Variable THIS enthält bei der Auswertung des Ausdrucks den Messkreis.

Tabelle 29. S4000-S7000 Block: Linearisierung Primär-Elemente

9.7.19 Erweiterter Parametersatz für direkte Eingänge

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S4n30	Nummer des verwendeten Hilfseingangs.	0...4	Nummer des Hilfseingangs, an den Sensor für direkten Massen- oder Volumenstrom angeschlossen ist.

Tabelle 30. Erweiterter Parametersatz für direkte Eingänge

9.7.20 Erweiterter Parametersatz für Leckagemessung (LMS)

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S4n40	R-Parameter des Druckabfalls	0...2999 [110]	Nummer des R-Parameters, der den Druckabfall für die Leckagemessung enthält.
S4n41	Prüflingsvolumen	-1.0...1.0 [10E-3]	Prüflingsvolumen in m^3
S4n42	Referenzleckage	-1.0...1.0 [0.0]	Leckage des Referenzlecks in m^3/s.
S4n43	Eigenleckage	-1.0...1.0 [0.0]	Eigenleckage des Systems in Pa/s.

Tabelle 31. Erweiterter Parametersatz für Leckagemessung (LMS)

9.7.21 Erweiterter Parametersatz für kritische Düsen

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S4n50	Düsenkennzahl QVtr	0...1 [0.001]	QVtr in m3/s
S4n51	C* Korrekturfaktor für Eingangsdruckabhängigkeit	[0.0]	C* in 1/Pa
S4n52	CFO-Kalibrierung Düse x Xt-Faktor	[1.0] [°K -> °R]	Eingangsskalierung Temperaturkorrektur

Tabelle 32. Erweiterter Parametersatz für kritische Düsen

9.7.22 Erweiterter Parametersatz für Blenden

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S4n60	Innerer Rohrdurchmesser unter Betriebsbedingungen	[0.1]	Rohrdurchmesser in m (SI-Einheit) am Blendeneingang
S4n61	Durchmesser der Drosselöffnung unter Betriebsbedingungen	[0.05]	in m (SI-Einheit)
S4n62	Kleinste Reynoldszahl bei Interpolation	[2000.0]	Dimensionsloser Minimalwert der Reynoldszahl
S4n63	Größte Reynoldszahl bei Interpolation	[20000000]	Dimensionsloser Maximalwert der Reynoldszahl
S4n64	Toleranz Massenstrom: Abbruchbedingung der Iteration	[0.001]	Abbruchbedingung der Iteration in kg/s (SI-Einheit)
S4n65	Berechnungsmethode Durchflusskoeffizient	0...2 [0]	0: Berechnung nach DIN 1: Polynomrechnung über Wirkdruck 2: Polynomrechnung über Reynoldszahl
S4n66	Umrechnungsfaktor zur Anzeige des K-Faktors beim Betaflow	[775.428]	Faktor mit dem der auf SI Einheiten basierende K-Faktor multipliziert wird, bevor er in den R-Parametern zur Verfügung gestellt wird.

Tabelle 33. Erweiterter Parametersatz für Blenden

9.7.23 Erweiterter Parametersatz für Gaszähler

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S4n70	Eingangskanal	0...9 [0]	Kanal CTn auf Zählerkarte
S4n71	Volumen pro Puls	[0.001]	in m3
S4n72	N Impulse bei kontinuierlicher Messung berücksichtigen	2...250 [2]	nur bei Zählerbetrieb: N Startimpulse abwarten
S4n73	Timeout	1...86400 [5.0]	Im kontinuierlichen Betrieb wird der Durchfluss auf 0 gesetzt, wenn zwischen zwei Pulsen mehr als die hier eingestellt Zeit liegt. Bei einer mittelwertsbildenden Messung wird der hier eingestellt Wert als Abbruch-Kriterium für den Startpuls verwendet.

Tabelle 34. Erweiterter Parametersatz für Gaszähler

9.7.24 Erweiterter Parametersatz für Accutubes

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S4n80	K: Mittelwert KFlow	[0.6]	
S4n81	Rohrdurchmesser Di	[0.1]	in m
S4n82	Bestimmungstemperatur zur Korrektur der Thermischen Ausdehnung	[288.7] (519.67 °R)	in Kelvin
S4n83	Thermischer Expansionskoeffizient des Rohrmaterials	[0.0]	in SI
S4n84	Kleinste Reynoldszahl bei Fra-Interpolation	[2000]	dimensionslos Minimalwert der Reynoldszahl
S4n85	Größte Reynoldszahl bei Fra-Interpolation	[20000000]	dimensionslos Maximalwert der Reynoldszahl
S4n86	Toleranz Volumenstrom: Abbruchbedingung der Iteration	[0.001]	in m3/s (SI-Einheit) Abbruchbedingung der Iteration

Tabelle 35. Erweiterter Parametersatz für Accutubes

9.7.25 S8000-Block: Skalierung der Ausgänge

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S8n00	Art des Ausgangs	-1, 0	-1: Abgeschaltet 0: Integrierter Analogausgang 1: Reserviert 2: Frequenzausgang 3: PWM Ausgang
S8n01	Auszugebender Wert	String	Ausdruck, der den auszugebenden Wert bestimmt. Siehe auch nachfolgende Erläuterung.
S8n05	Verhalten bei Fehlern	0...1	Wenn bei der Auswertung des Ausdrucks in S8n01 Fehler entstehen wird wie folgt reagiert: 0: Alter Wert bleibt stehen 1: Wert aus S8n06 wird ausgegeben.
S8n06	Festwert für Ausgang	0.0...1.0	Wenn der Ausdruck in S8n01 Fehler ergibt und S8n05 = 1, dann wird dieser Wert auf den Ausgang ausgegeben.

Tabelle 36. S8000-Block: Skalierung der Analogausgänge

Der Ausdruck in S8n01 muss eine Fließpunktzahl mit einem Wert zwischen 0.0 und 1.0 ergeben, entsprechend 0 bis 100% des elektrischen Ausgabesignals. Im folgenden Beispiel wird für Ausgang Nummer 0 der Wert des R-Parameters R0002 (das ist der absolute Messdruck) auf den Wertebereich 800 bis 1200 mbar skaliert, wobei die Grenzen in der Regel in SI-Einheiten anzugeben sind (Ausnahmen: R-Parameter Ry060 bis Ry064 passend zu den hinterlegten Formeln), in diesem Beispiel also in Pascal:

Beispiel:
```
S8001="(RPAR[2]-80000.0)/(120000.0-80000.0)"
```

Der Ausdruck kann nicht im Editiermenü geändert werden. Im Ausdruck können natürlich auch Bezüge zu anderen Parametern verwendet werden, beispielsweise damit Minimum, Maximum und Nummer des auszugebenden R-Parameters in projektspezifischen Parametern editiert werden können. Diese projektspezifisch Parameterbelegung ist ggf. im Dokument „Betriebsanleitung und Systemkonfiguration“ dokumentiert.

9.7.26 Erweiterter Parametersatz für integrierte Analogausgänge

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S8n50	Nummer des Analogports	0...9	Port AOxx in der Hardware Konfiguration.

Tabelle 37. Erweiterter Parametersatz für integrierte Analogausgänge

9.7.27 Erweiterter Parametersatz für integrierte Frequenzausgänge

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S8n70	Nummer des Frequenzausgangs	0...9	Port FOxx in der Hardware Konfiguration.
S8n71	Pulsweite	0.0 .. 1.0	Puls-/Pausenverhältnis des Ausgangssignals.

Tabelle 38. Erweiterter Parametersatz für integrierte Frequenzausgänge

9.7.28 Erweiterter Parametersatz für integrierte PWM-Ausgänge

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S8n80	Nummer des PWM-Ausgangs	0...9	Port FOxx in der Hardware Konfiguration.
S8n81	Frequenz	0.1 .. 1E5	Frequenz des Ausgangssignals.

Tabelle 39. Erweiterter Parametersatz für integrierte PWM-Ausgänge

9.7.29 S9000-Block: Sonderfunktionen

<table>
<tr><th>Parameter</th><th>Bedeutung</th><th>Werte</th><th>Erläuterungen</th></tr>
<tr><td>S9000</td><td>Messzeit für den Systemlecktest</td><td>0.1...259200
[1.0]</td><td>(in Sekunden)</td></tr>
<tr><td>S9001</td><td>Beruhigungszeit vor Systemlecktest</td><td>0...300
[0.0]</td><td>(in Sekunden)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">S9002</td><td>Messung synchronisieren.</td><td>0...1
[0]</td><td>0: nicht aktiv
1: aktiv
Bei mehreren Messkreisen wird die mittelwertsbildende Messung zwischen den Messkreisen synchronisiert.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Einfluss des Synchronisationsschalters S9002:

Synchronisation nicht aktiv:
Messung bzw. Messzeit läuft für alle Primär-Elemente sofort los. Ein Gaszähler misst aber erst ab nächstem Puls, d. h. die tatsächliche Messzeit für den Gaszähler ist verkürzt. Jedes Primär-Element misst entsprechend der eingestellten Messzeit, die Messung ist als Ganzes beendet, wenn alle Primär-Elemente fertig sind.

Synchronisation aktiv:
Wenn Gaszähler im System sind, läuft die Messung erst los, sobald einer der Gaszähler den ersten Puls gelesen hat. Die Zeit aus S4n73 wird als Timeout bis zum ersten Puls genutzt. Dann wird die Messzeit wieder zurückgesetzt und die Messung startet. Die gesamte Messung wird beendet, wenn die Messung aller Gaszähler beendet ist. Sind Messzeiten einzelner Messkreise kürzer als diese Zeit, dann wird die Messung in diesen Messkreisen bereits vorher beendet.</td></tr>
</table>

Tabelle 40. S9000-Block: Sonderfunktionen

9.7.30 S9100-Block: System-Absolutdruck

S9110	System-Absolutdruck für Messprogramme mit Relativdruckmessung	-2 [-2] -1 0...19	-2: aus -1: Festwert von S9111 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
S9111	System-Absolutdruck Festwert	0...1.0E06 [1.0E05]	Festwert in Pascal
S9112	Anzeigeeinheit für den System-Absolutdruck Pbas	0...16 [0]	Codierung siehe Kapitel 10
S9113	Pbas Nachkommastellen	0...5 [0]	Anzahl Nachkommastellen
S9114	Korrektur	String „“	Ausdruck, mit dem der Messdruck korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Messdruck kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 41. S9100-Block: System-Absolutdruck

9.7.31 S9200-Block: Benutzerdefinierte Publish-Daten

Mit den Parametern bei S9200 können 3 Blöcke von benutzerdefinierten Publish-Daten konfiguriert werden. Für jeden dieser Blöcke sind 20 Parameter vorhanden. Der erste gibt die Anzahl der folgenden Daten an, die folgenden definieren die Daten, die zum Publish-Datenblock hinzugefügt werden sollen. Im folgenden ist exemplarisch der Parameterblock bei S9200 dargestellt, er wiederholt sich noch zweimal bei S9220 und S9240.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9200	Anzahl Daten	0..19 [0]	Gibt an, wie viele der folgenden Parameter für die Blockdefinition gültig sind.
S9201	Parameter #0	-549..22999 [0]	Definiert den Datenwert 0 im benutzerdefinierten Publish-Datenblock: -549..-500: Der Wert einer I-Variablen -499..-400: Der Wert eines NetIO Ausgangs -399..-300: Der Wert eines NetIO Eingangs -299.-200: Der Wert eines Digitalausgangs -199..-100: Der Wert eines Digitaleingangs -3: Eine Zufalls-ID, die sich bei jeder Neukonfiguration ändert -2: Die aktuelle Controller-Zeit in Ticks -1: Der aktuelle Mainstate 0..2999: Der Zahlenwert des jeweiligen R-Parameters 10000..12999: Fehlercode und Zahlenwert des jeweiligen R-Parameters 20000..22999: Komplette R-Parameter

Tabelle 42. S9200-Block: Benutzerdefinierte Publish-Daten

9.7.32 <u>S9300-Block: Protokolldruck</u>

Im Block S9300 werden Protokolldruckfunktionen definiert. Am Ende einer jeden mittelwertsbildenden Messung kann optional ein String mit Ergebnissen der Messung über eine der verfügbaren Schnittstellen oder in eine Datei ausgegeben werden.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9300	Protokolldruckfunktion nach Prüfende	0...8 [0]	0: inaktiv 1: Ausgabe über Link-Schnittstelle 2: Ausgabe über Terminalschnittstelle 3: Ausgabe über RS485/1 4: Ausgabe über RS485/2 5: Ausgabe in Datei ohne Flush 6: Ausgabe in Datei mit Flush 7: Ausgabe über Netzverbindung (aktiv) 8: Ausgabe über Netzverbindung (passiv)
	„Aktive Netzverbindung“ bedeutet, dass das Programm eine TCP Verbindung zu der in S9306/S9307 definierten Gegenstelle herstellt. Bei Fehlern wird der Verbindungsversuch vor jeder Ausgabe des Protokolldruckstrings wiederholt. „Passive Netzverbindung“ bedeutet, dass das Programm auf externe Verbindungsversuche auf dem in S9307 definierten Port reagiert. Der Hostname in S9006 wird dabei ignoriert.		
S9301	Formatstring #0 mit Platzhaltern	STRING [„“]	Siehe unten.
S9302	Formatstring #1 mit Platzhaltern	STRING [„“]	Siehe unten.
S9303	Formatstring #2 mit Platzhaltern	STRING [„“]	Siehe unten.
S9304	Formatstring #3 mit Platzhaltern	STRING [„“]	Siehe unten.
S9305	Dateiname	STRING [“”]	Name der Datei, in die geschrieben werden soll, wenn S9300 = 5 oder 6.
S9306	Hostname	STRING [“”]	Name oder IP Nummer der Gegenstelle bei Ausgabe über das Netzwerk.
S9307	Portnummer	1...65535 [54493]	TCP Portnummer bei Ausgabe über das Netzwerk.
S9308	Liste erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen eine Verbindung herstellen.
S9309	Liste nicht erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen keine Verbindung herstellen.
S9310	Timeout	0.1...90.0 [1.0]	Timeout für das Herstellen einer Verbindung.
S9320	Ausdruck #0	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9321	Ausdruck #1	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9322	Ausdruck #2	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9323	Ausdruck #3	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9324	Ausdruck #4	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9325	Ausdruck #5	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9326	Ausdruck #6	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9327	Ausdruck #7	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.

S9328	Ausdruck #8	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.
S9329	Ausdruck #9	STRING	Ausdruck, der für Platzhalter in S9301 eingesetzt wird.

Tabelle 43. S9300-Block: Protokolldruck

Weitere Informationen

- Zugriffsbeschränkung siehe Kapitel 5.2.6
- Syntax von Formatstrings siehe Kapitel 6.2
- Syntax der Steuerausdrücke siehe Kapitel 6.3

9.7.33 S9350-Block: Typ-Editor

Der eingebaute Typ-Editor ist nur mit Skriptcode nutzbar. Zum einem muss durch ein externes Skript gezielt der Typ-Editor aufgerufen werden, zweitens muss die Liste der verfügbaren Typen durch ein Skript erzeugt werden, drittens kann die Anzeige durch Skriptcode in S9350/S9351 beeinflusst werden.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9350	Typ der Quelle	0...1	0: Quelle ist String in S9351 1: Quelle ist Datei mit Name in S9351
S9351	Quelle des Skripts	String [„“]	Script oder Name der Datei. Bei Verwendung als Dateiname wird immer /dat/ vorangestellt.

Tabelle 44. S9350-Block: Typ-Editor

9.7.34 S9370-Block: Serielles Display

Der Block S9370 enthält Parameter für das Modul zur Ansteuerung eines seriellen Displays.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9370	Schnittstelle	-1..3	Schnittstelle, an die das Display angeschlossen ist. -1: Display ist abgeschaltet 0: Ser0 1: Ser1 2: Ser2 3: Ser3
S9371	Anzahl Zeilen	1...16 [4]	Anzahl der Displayzeilen
S9372	Anzahl Zeichen/Zeile	20..80 [20]	Anzahl der Zeichen pro Zeile für das angeschlossene Display

Tabelle 45. S9370-Block: Serielles Display

9.7.35 S9400-Block: Publish/Subscribe

Sind mehrere Controller durch ein Netzwerk verbunden, kann jeder Controller auf einen Teilbereich der Daten der anderen Controller zugreifen, sofern bereitgestellt. Dieser Datenaustausch ist nur innerhalb einer vertrauenswürdigen Umgebung sinnvoll und setzt voraus, dass die Datenstrukturen auf einander abgestimmt sind.
Jeder Controller stellt mehrere Datensätze für andere zugelassene Teilnehmer bereit (siehe Parameter S9401 und S9402 Tabelle 47), entfaltet aber zunächst keine Netz-Aktivität. Erst wenn ein anderer Controller bestimmte Teilbereiche dieser bereitgestellten Datensätze anfordert („Subscribe“) werden diese aktiv versandt („Publish“). Die Anzahl der Empfänger ist nur durch den verfügbaren Speicherplatz begrenzt.

Die LMF Anwendung definiert derzeit folgende zum Teil vordefinierte Datensätze:

Datensatznummer	Beschreibung
0	R-Parameter R0800 bis R0839 (rohe und linearisierte Eingangswerte).
1	20 Skript Integer-Variablen (Array I[]).
2	20 Skript Float-Variablen, gleichzeitig R-Parameter R2800-R2819.
3	R-Parameter Ry150-Ry162.
5	Auswahl von R-Parametern aus Messkreis 0.
6	Auswahl von R-Parametern aus Messkreis 1.
7	Auswahl von R-Parametern aus Messkreis 2.
10	Erster Block benutzerdefinierter Publish-Daten (siehe S92xx).
11	Zweiter Block benutzerdefinierter Publish-Daten (siehe S92xx).
12	Dritter Block benutzerdefinierter Publish-Daten (siehe S92xx).

Tabelle 46. Bereitgestellte Datensätze

Hinweise

- Bei Sondersystemen können weitere Datensätze hinzukommen.
- Die Datensätze Nummer 5, 6 und 7 enthalten die R-Parameter in abweichenden Reihenfolgen, die zudem von der genauen LMF-Sub-Version abhängen. Empfehlung: Datensätze 10 bis 12 verwenden, diese können bedarfsgerecht konfiguriert werden.
- Um die Netz-Auslastung in Grenzen zu halten, sollten nicht mehr Daten übertragen werden, als nötig. Daher kann die Datenübertragung auf einen Teilbereich des gewählten Datensatzes eingeschränkt werden. Zu diesem Zweck kann mit Parameter S9413 (bzw. S9423, S9433) der erste zu übertragende Parameter und mit Parameter S9414 (bzw. S9424, S9434) die Anzahl der zu übertragenden Parameter festgelegt werden (siehe Tabelle 48).

Zur Konfiguration von „Publish“ dienen die S-Parameter bei S9400:

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9400	UDP Port	0...65535 [54491]	Nummer des UDP Ports, auf dem der Controller Abfragen entgegennimmt. Ein Wert von 0 schaltet das Feature ab.
S9401	Liste erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen Daten abonnieren.
S9402	Liste nicht erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen keine Daten abonnieren.
S9403	Minimale Zeit zwischen zwei Updates	0.0...2.4 [0.2]	Wert in Sekunden. Die Zeit zwischen zwei Updates ist nie kleiner als die hier eingestellte Zeit.
S9404	Update-Modus	0...1 [0]	Bestimmt, ob nach Ablauf der Mindestzeit immer, oder nur bei Änderungen der Daten ein Update verschickt wird. 0: Nur bei Änderungen senden 1: Immer senden

Tabelle 47. S9400-Block: Parameter für „Publish“

Zur Konfiguration von „Subscribe“ dienen zwei mal drei 10er Blöcke von S-Parametern ab S9410. Mit den ersten drei Blöcken können R-Parameter von maximal drei übers Netz verbundenen Controllern eingeblendet werden. Im folgenden ist exemplarisch der Block bei S9410 dargestellt, er wiederholt sich zweimal bei S9420 und S9430:

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9410	Hostname oder Seriennummer	String [„“]	Je nach Wert in S9415 enthält dieser Parameter entweder Name/IP Adresse oder die Seriennummer des Controllers, von dem Daten bezogen werden sollen.
S9411	UDP Port	1...65535 [54491]	Nummer des UDP Ports, von dem Daten bezogen werden sollen. Muss S9400 der Gegenstelle entsprechen.
S9412	Datensatznummer, siehe Tabelle 46	0...12 [0]	Nummer des Datensatzes, auf den sich das Abonnement bezieht.
S9413	Erster Parameter (Index)	0...65535 [0]	Nummer des ersten abonnierten Parameters im Datensatz. Die Bedeutung hängt vom Aufbau des Datensatzes ab.
S9414	Größe der Daten	1...20 [1]	Anzahl der Daten, die bezogen werden. Beispiel: Besteht der Datensatz aus R-Parametern, dann gibt S9414 an, wie viele R-Parameter abonniert werden sollen.
S9415	Bedeutung von S9410	0..1 [0]	0: Erkennung der Gegenstelle über den Namen bzw. die IP-Nummer 1: Erkennung der Gegenstelle über die Seriennummer. Die IP-Adresse wird dann automatisch festgestellt. Auf der Gegenstelle muss mindestens SPELLOS 6.0.7 laufen.

Tabelle 48. S9410-Block: Parameter für „Subscribe“

Die vom fremden System gemäß S941n bezogenen Daten werden in die R-Parameter R1800-R1819 (R1820-R1839, R1840-R1859) eingeblendet und stehen dort zur weiteren Verarbeitung (z. B. in berechneten Ausdrücken, oder als virtueller Analogeingang) zur Verfügung, siehe auch Parameter S2n00 in Abschnitt 9.7.12.

Mit den S-Parametern S945n, S946n und S947n, die genauso aufgebaut sind, wie in obiger Tabelle beschrieben, können drei weitere Blöcke von maximal 20 INTEGER Werten von anderen Controllern bezogen werden. Diese Daten werden Skripten über die INTEGER Arrays SUBIVAL0, SUBIVAL1 und SUBIVAL2 zur Verfügung gestellt.

Weitere Informationen

- Zugriffsbeschränkung siehe Kapitel 5.2.6

9.7.36 S9500-Block: Verbindungsdefinition für virtuelle Ein- und Ausgänge

Das System kann das Ergebnis der in Block S130x definierten Ausdrücke über eine Netzverbindung zur Verfügung stellen. Über diese Netzverbindung stehen auch virtuelle Eingänge zur Verfügung, die in Ausdrücken mit der eingebauten Funktion NI() abgefragt werden können. Der folgende Block spezifiziert die Verbindungsparameter für die Netzverbindung

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9500	TCP Port	0...65535 [0]	Nummer des TCP Ports, auf dem der Controller auf eingehende Verbindungen wartet. Ein Wert von 0 schaltet das Feature ab. Standardwert bei eingerichteter virtueller SPS-Schnittstelle: 54488 (früher 54492)
S9501	Liste erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen eine Verbindung herstellen.
S9502	Liste nicht erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen keine Verbindung herstellen.
S9505	Timeout für virtuelle Eingänge	0...86400	Wert in Sekunden. Wird länger als die eingestellte Zeit keine Eingabe empfangen, dann bricht das System die Verbindung ab. Ein Wert von 0 schaltet den Timeout ab.
S9506	Timeout für virtuelle Ausgänge	0...86400	Wert in Sekunden. Wird länger als die eingestellt Zeit kein Ausgangswert geliefert, weil keine Änderungen vorliegen, dann wird das Senden erzwungen. Ein Wert von 0 schaltet den Timeout ab.
S9507	Format der Ausgabe	String [„NO %Xh\r\n“]	Ein String, der angibt, in welchem Format die Ausgabedaten verschickt werden.

Tabelle 49. S9500-Block: Verbindungsdefinition für virtuelle Ausgänge

Weitere Informationen

- Zugriffsbeschränkung siehe Kapitel 5.2.6
- Beschreibung der Virtuellen Ein- und Ausgänge siehe Kapitel 5.4
- Syntax von Formatstrings siehe Kapitel 6.2

9.7.37 S9600-Block: Konfiguration AK-Schnittstelle

Das System verfügt über eine AK Protokoll Schnittstelle via TCP/IP, die mit den folgenden Parametern konfiguriert werden kann.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9600	TCP Port und Flag	-1...65535	Nummer des TCP Ports, auf dem der Controller auf eingehende Verbindungen wartet. Ein Wert von 0 schaltet das Feature ab. Der Wert –1 wählt stattdessen die serielle Schnittstelle (Ser0) aus. ACHTUNG: Wenn die Comm Verbindung über Ser0 nicht ausgeschaltet wurde, dann kann es zu Laufzeitfehlern kommen.
S9601	Liste erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen eine Verbindung herstellen.
S9602	Liste nicht erlaubter Gegenstellen	String [„“]	Diese Gegenstellen dürfen keine Verbindung herstellen.
S9610	Start-Code	1...255 [2]	Nachrichten beginnen mit diesem Code. Der Wert ist normalerweise STX (2).
S9611	Ende-Code	1...255 [3]	Nachrichten enden mit diesem Code. Der Wert ist normalerweise ETX (3).
S9612	Don’t Care Byte	1...255 [32]	Dieser Wert wird beim Versenden von Telegrammen für das „Don’t Care“ Byte eingesetzt. Standardwert ist ein Leerzeichen (32).
S9620	Ausdruck für Fehler	String	Dieser Ausdruck dient dem AK Modul zur Ermittlung des Fehlerstatus der Anlage. 0 = kein Fehler.
S9621	Ausdruck für SPS Eingänge	String	Der hier ermittelte Wert muss folgende Statusleitungen wiederspiegeln: Bit 0: SPS Ready Bit 1: SPS End Bit 2: SPS Lock
S9622	Benutzerdefinierter Wert für ASTZ	String	Siehe Beschreibung AK Protokoll.
S9623	Benutzerdefinierter Wert für ASTZ	String	Siehe Beschreibung AK Protokoll.
S9624	Benutzerdefinierter Wert für ASTZ	String	Siehe Beschreibung AK Protokoll.
S9625	Benutzerdefinierter Wert für ASTZ	String	Siehe Beschreibung AK Protokoll.
S9626	Benutzerdefinierter Wert für ASTZ	String	Siehe Beschreibung AK Protokoll.

Tabelle 50. S9600-Block: Konfiguration AK-Schnittstelle

Weitere Informationen

- Zugriffsbeschränkung siehe Kapitel 5.2.6

9.7.38 S9700-Block: Ablaufsteuerung

Der Block S9700 enthält 20 Script-Zuordnungen. Die Parameter bei S9700..S9702 wiederholen sich zwanzig mal im 5er Abstand.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9700	Maschinenzustand	0...65535	Maschinenzustand, an den das Script in S9702 gekoppelt werden soll.
S9701	Typ der Quelle	0...1	0: Quelle ist String in S9702 1: Quelle ist Datei mit Name in S9702
S9702	Quelle des Skripts	String [„“]	Script oder Name der Datei. Bei Verwendung als Dateiname wird immer /dat/ vorangestellt.

Tabelle 51. S9700-Block: Ablaufsteuerung

9.7.39 S9800-Block: Scriptcode

Der Block S9800 enthält einen Verweis auf ein Script, das in Anhängigkeit eines Ausdrucks ausgeführt wird.

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9800	Ausdruck	String [„“]	Ausdruck, der in jedem Zyklus ausgewertet wird. Das Script wird ausgeführt, wenn der Ausdruck zu einem INTEGER <> 0 evaluiert.
S9801	Typ der Quelle	0...1	0: Quelle ist String in S9802 1: Quelle ist Datei mit Name in S9802
S9802	Quelle des Skripts	String [„“]	Skript oder Name der Datei. Bei Verwendung als Dateiname wird immer /dat/ vorangestellt.

Tabelle 52. S9800-Block: Scriptcode

Der Block S9810-S9849 enthält Verweise auf bis zu 4 Scripte, die aufgrund von Kommandos über die Comm-Schnittstelle ausgeführt werden. Im folgenden ist exemplarisch der erste Block bei S9810 dargestellt, er wiederholt sich dreimal bei S9820, S9830 und S9840:

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
S9810	Kommando	String [„“]	Serielles Kommando in Großschrift.
S9811	Typ der Quelle	0...1	0: Quelle ist String in S9812 1: Quelle ist Datei mit Name in S9812
S9812	Quelle des Skripts	String [„“]	Skript oder Name der Datei. Bei Verwendung als Dateiname wird immer /dat/ vorangestellt.

Tabelle 53. S9810-Block: Scriptcode für Kommandos

9.8 P-Parameter: Messprogrammdefinitionen

Zum Verständnis:
In den nachfolgenden Abschnitten steht der Kleinbuchstabe x in der Parameter-Nummer für die Programm-Nummer. Es gibt 10 Programme mit Nummern 0 bis 9. Diese Programme werden je nach Applikation belegt, es müssen nicht immer alle Programme belegt sein.

9.8.1 Pn000-Block: Primär Element, Basisbeschreibung

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn000	Nummer Primär-Element	-10 . –1 0...39 40...139 [0]	-10 . -1 Düsenkombinationen aus Cxxxx 0...39 Flow-Element aus S40xx-S70xx 40...139 Flow-Element aus E00xx-E99xx
Pn001	Gas durch Primär-Element	-9...0 1...15 [1]	-9: Mischgas 9 (siehe M09xx) ... -1: Mischgas 1 (siehe M01xx) 0: Mischgas 0 (siehe M00xx) 1: Luft 2: Argon 3: Kohlendioxid 4: Kohlenmonoxid 5: Helium 6: Wasserstoff 7: Stickstoff 8: Sauerstoff 9: Methan 10: Propan 11: n-Butan 12: Erdgas H 13: Erdgas L 14: Lachgas 15: Wasserdampf
Pn003	Dichteberechnungen	0...2 [1]	0: ideal (Idealgasgesetz) 1: real, Virialkoeffizientenrechnung 2: real, BIPM-Empfehlung (nur Luft)
Pn004	Viskositäts-berechnungen	0...1 [1]	0: ideal, Daubert & Danner 1: real, Kestin-Whitelaw (nur Luft)

Tabelle 54. Pn000-Block: Primär-Element, Basisbeschreibung

9.8.2 Pn010-Block: Differenzdruck (Pdif)

Parameter	Bedeutung	Werte-bereich	Erläuterungen
Pn010	Datensatz-Nummer Differenzdruck	-2, -1 0...19 [0]	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn011 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn011	Festwert	+/- 10000 [0]	Festwert für Sensor in SI Einheiten (bis auf Korrektur, siehe Pn014)
Pn012	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn013	Anzeige Nachkomma	0...5 [2]	Anzeige Nachkomma Anzahl Nachkommastellen
Pn014	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem der Messdruck korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Messdruck kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 55. Pn010-Block: Primäre Messgröße z. B. Differenzdruck

9.8.3 Pn020-Block: Messdruck absolut (Pabs)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn020	Datensatz-Nummer Messdruck absolut	-2, -1 0...19 [1]	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn021 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn021	Festwert	0...1.0*E06 [1.0E05]	Festwert für Sensor in SI Einheiten (Pascal) (bis auf Korrektur, siehe Pn024)
Pn022	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn023	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn024	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem der Messdruck korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Messdruck kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 56. Pn020-Block: Messdruck absolut

Beispiel zu Pn024:
Angenommen, der Messdruck wird mit einem Relativdrucksensor gemessen, für die weiteren Berechnungen wird er jedoch als Absolutdruck benötigt. Dann werden folgende Einstellungen benötigt: (exemplarisch für Programm 0, Leerzeichen spielen keine Rolle)
S9110: Auswahl Absolutdrucksensor (Pbas)
P0020: Auswahl Relativdrucksensor (Prel)

P0024="THIS + RPAR[0]"

Weitere Informationen:
- Zum Parameter S9110 siehe Abschnitt 9.7.27
- Zur Zuweisung der Sensoren siehe Abschnitt 9.7.12
- Zum Array RPAR[] siehe Abschnitt 5.5.41
- Zu den verfügbaren R-Parametern siehe Abschnitt 9.9
- Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.1.1

9.8.4 Pn030-Block: Messtemperatur (Tem)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn030	Datensatz-Nummer Messtemperatur	-2 [2] -1 0...19	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn031 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn031	Festwert	233.15-573.15 [293.15]	Festwert für Sensor in SI Einheiten (Kelvin) (bis auf Korrektur, siehe Pn014)
Pn032	Anzeige Einheit	0...4 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn033	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn034	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem die Messtemperatur korrigiert werden kann. Auf die nicht korrigierte Messtemperatur kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 57. Pn030-Block: Messtemperatur

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.1.2

9.8.5 Pn040-Block: Messfeuchte (Hum)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn040	Datensatz-Nummer Messfeuchte	-2, -1 0...19 [3]	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn041 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn041	Festwert	0..1 [0.0]	Festwert für Sensor (dimensionslos) (bis auf Korrektur, siehe Pn044)
Pn042	Anzeige Einheit	0...1 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn043	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn044	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem die Messfeuchte korrigiert werden kann. Auf die nicht korrigierte Messfeuchte kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 58. Pn040-Block: Messfeuchte

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.1.3

9.8.6 Pn050-Block: Bezugsdruck absolut (RPab)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn050	Datensatz-Nummer Bezugsdruck absolut	-2 -1 0...19 [-2]	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn051 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn051	Festwert	0...1.0E06 [1.0E05]	Festwert für Sensor in SI Einheiten (Pascal) (bis auf Korrektur, siehe Pn054)
Pn052	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn053	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn054	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem der Bezugsdruck korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Bezugsdruck kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 59. Pn050-Block: Bezugsdruck absolut

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.2.1

9.8.7 Pn060-Block: Bezugstemperatur (RTem)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn060	Datensatz-Nummer Bezugstemperatur	-2 -1 0...19 [-2]	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn061 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn061	Festwert	233.15...333.15 [293.15]	Festwert für Sensor in SI Einheiten (Kelvin) (bis auf Korrektur, siehe Pn064)
Pn062	Anzeige Einheit	0...4 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn063	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn064	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem die Bezugstemperatur korrigiert werden kann. Auf die nicht korrigierte Bezugstemperatur kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 60. Pn060-Block: Bezugstemperatur

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.2.2

9.8.8 Pn070-Block: Bezugsfeuchte (RHum)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn070	Datensatz-Nummer Bezugsfeuchte	-2, -1 0...19 [-2]	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn071 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn071	Festwert	0...1 [0.0]	Festwert für Sensor (dimensionslos) (bis auf Korrektur, siehe Pn074)
Pn072	Anzeige Einheit	0...1 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn073	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn074	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem die Bezugsfeuchte korrigiert werden kann. Auf die nicht korrigierte Bezugsfeuchte kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 61. Pn070-Block: Bezugsfeuchte

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.2.3

9.8.9 Pn075-Block: Hilfseingang 0 (Aux0)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn075	Datensatz-Nummer Hilfseingang 0	-2 [-2] -1 0...19	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn076 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn076	Festwert	- 1.0.. 1.0E06	Festwert für Sensor in SI Einheiten (bis auf Korrektur, siehe Pn079)
Pn077	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn078	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn079	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem die Hilfseingang korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Eingangswert kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 62. Pn075-Block: Hilfseingang 0 (Aux0)

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.3

9.8.10 Pn080-Block: Hilfseingang 1 (Aux1)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn080	Datensatz-Nummer Hilfseingang 1	-2 [-2] -1 0...19	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn081 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn081	Festwert	-1.0.. 1.0*E06	Festwert für Sensor in SI Einheiten (bis auf Korrektur, siehe Pn084)
Pn082	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn083	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn084	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem der Hilfseingang korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Eingangswert kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 63. Pn080-Block: Hilfseingang 1 (Aux1)

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.3

9.8.11 Pn085-Block: Hilfseingang 2 (Aux2)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn085	Datensatz-Nummer Hilfseingang 2	-2 [-2] -1 0...19	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn086 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn086	Festwert	-1.0.. 1.0*E06	Festwert für Sensor in SI Einheiten (bis auf Korrektur, siehe Pn089)
Pn087	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn088	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn089	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem der Hilfseingang korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Eingangswert kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 64. Pn085-Block: Hilfseingang 2 (Aux2)

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.3

9.8.12 Pn090-Block: Hilfseingang 3 (Aux3)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn090	Datensatz-Nummer Hilfseingang 3	-2 [-2] -1 0...19	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn091 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn091	Festwert	-1.0.. 1.0*E06	Festwert für Sensor in SI Einheiten (bis auf Korrektur, siehe Pn094)
Pn092	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn093	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn094	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem der Hilfseingang korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Eingangswert kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 65. Pn090-Block: Hilfseingang 3 (Aux3)

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.3

9.8.13 Pn095-Block: Hilfseingang 4 (Aux4)

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn095	Datensatz-Nummer Hilfseingang 4	-2 [-2] -1 0...19	-2: Eingang ignorieren -1: Festwert von Pn096 0 bis 19: Sensor aus Block S20xx - S39xx
Pn096	Festwert	-1.0.. 1.0*E06	Festwert für Sensor in SI Einheiten (bis auf Korrektur, siehe Pn099)
Pn097	Anzeige Einheit	0...16 [1]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn098	Anzeige Nachkomma	0...5 [1]	Anzahl Nachkommastellen
Pn099	Korrektur	String [„“]	Ausdruck, mit dem der Hilfseingang korrigiert werden kann. Auf den nicht korrigierten Eingangswert kann innerhalb des Ausdrucks über die Variable THIS zugegriffen werden.

Tabelle 66. Pn095-Block: Hilfseingang 4 (Aux4)

Erläuterungen siehe Abschnitt 11.6.3

9.8.14 Pn100-Block: Einheiten und Nachkommastellen für Größen

Mit den Parametern Pn100 bis Pn199 können bis zu 10 programmspezifische Einheiten und Nachkommastellen für alle R-Parameter mit einer bestimmten physikalischen Größe definiert werden.

Ausnahmen

- Die Einheiten und Nachkommastellen für Sensorwerte, Festwerte und Hilfseingänge werden eingestellt, wie in den vorangegangenen Abschnitten beschrieben. Der Pn100-Block dient der allgemeinen Einstellung für die Anzeige von Dimensionen von Zeiten und berechneten Größen.
- Die allgemeinen Einstellungen können für ganz bestimmte R-Parameter im Pn200-Block überschrieben werden, siehe auch Abschnitt 9.8.15.

Die Einstellung für die erste Größe liegt im Segment Pn100, die nächste folgt in Segment Pn110 und so weiter. Die Reihenfolge der Zuweisung der Größen auf die Segmente spielt keine Rolle. Allgemein hat jedes Segment für eine physikalische Größe die folgende Struktur:

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn100	Physikalische Größe	-1 .. 21	Codierung siehe Kapitel 10 Stichwort „**Type Code**“ in der ersten Spalte -1: Eintrag ist unbenutzt
Pn101	Einheit	0 .. 19 [0]	Codierung siehe Kapitel 10 fünfte Spalte „**Unit Code**“
Pn102	Anzeige Nachkomma	0 .. 5 [2]	Anzahl Nachkommastellen

Tabelle 67. Pn100-Block: Einheiten und Nachkommastellen für Größen

Zur besseren Verständlichkeit sei hier die Standardbelegung angegeben. Bitte beachten Sie, dass diese projektspezifisch überschrieben sein kann, siehe hierzu auch ggf. projektspezifisches Dokument „Betriebsanleitung und Systemkonfiguration“, Kapitel „Optionen“.

Parameter	Bedeutung	Wert	Erläuterungen
Pn100	Physikalische Größe	1	Volumenstrom
Pn101	Einheit	2	m^3/h
Pn102	Anzeige Nachkomma	1	Eine Nachkommastelle
Pn110	Physikalische Größe	2	Massenstrom
Pn111	Einheit	2	kg/h
Pn112	Anzeige Nachkomma	1	Eine Nachkommastelle
Pn120	Physikalische Größe	7	Zeit
Pn121	Einheit	0	Sec.
Pn122	Anzeige Nachkomma	1	Eine Nachkommastelle
Pn130	Physikalische Größe	-1	Segment wird nicht benutzt
Pn131	Einheit	0	irrelevant
Pn132	Anzeige Nachkomma	2	irrelevant

Tabelle 68. Pn100-Block: Beispiel Standardbelegung

9.8.15 Pn200-Block: Einheiten und Nachkommastellen für R-Parameter

Mit den Parametern Pn200 bis Pn299 können programmspezifisch bis zu 20 R-Parameter Einheit und Nachkommastellen für die Anzeige zugewiesen werden. Der unten dargestellte Block bei Pn200 wird dazu 20-fach im 5-er Abstand wiederholt.

Die speziellen Einstellungen in Pn200ff überschreiben die allgemeinen Einstellungen der vorangegangenen Abschnitte. Dadurch ist es z. B. möglich, allen R-Parametern einer physikalischen Größe (z. B. allen Volumenströmen) eine bestimmte Einheit zu geben (z. B. l/min, zwei Nachkommastellen), aber mit den Parametern im Block Pn200 Ausnahmen zu definieren (z. B. den Bezugsvolumenstrom (R-Parameter R0032) in m³/s und nur eine Nachkommastelle).

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn200	R-Parameter	-1 .. 999	Nummer des R-Parameters oder –1 wenn der Eintrag nicht benutzt wird. Die Tausenderstelle des R-Parameters (Messkreis) wird automatisch ergänzt.
Pn201	Einheit	0 .. 19 [0]	Codierung siehe Kapitel 10
Pn202	Anzeige Nachkomma	0 .. 5 [2]	Anzahl Nachkommastellen

Tabelle 69. Pn200-Block: Einheiten und Nachkommastellen für R-Parameter

9.8.16 Pn300 –Block: Bezugs- und Korrekturrechnung

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen	Pn301
Pn300	Bezugsrechnung	0...1 [0]	0: nicht aktiv 1: aktiv	
Pn301	Korrekturrechnung für Volumen- und Massen-ströme, mit Normierung auf unten stehende Referenzbedingungen	0...4 [0]	0: aus 1: Schallgeschwindigkeit (T) 2: Blende 3: Viskosität 4: Direkter Korrekturwert (in Pn306)	
Pn302	Referenzdruck	0...1.0E06 [1.0E05]	Referenzdruck absolut Festwert in Pascal	1,2,3,4
Pn303	Referenztemperatur	233.15-333.15 [293.15]	Referenztemperatur Festwert in Kelvin	1,2,3,4
Pn304	Referenzfeuchte	0..1 [0.0]	Referenzfeuchte Festwert 0..1	1,2,3,4
Pn305	Ausdruck	String [„“]	Der Ausdruck muss das Verhältnis aus Referenz-Differenzdruck und gemessenem Differenzdruck liefern.	2, 3
Pn306	Ausdruck	String [„“]	Der Korrekturfaktor wird allein durch den Ausdruck in Pn306 definiert.	4

Tabelle 70. Pn300-Block: Bezugsdruck- und Korrekturrechnung

Detaillierte Erläuterungen finden Sie in Kapitel 11.7.
Die Faktoren für die Korrekturrechnung stehen mittels der R-Parameter Ry130 (für kontinuierlichen Betrieb) und Ry131 (für mittelwertsbildenden Betrieb) zur Verfügung.

9.8.17 Pn310 –Block: Funktionen

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn310	Art der Funktion	0...1 [0]	0: Abgeschaltet 1: Regressionsgerade
Pn311	Minimale Zeit	0.02...3600.0 [5.0]	Kleinste Zeit, die gültige Werte liefert.
Pn312	Maximale Zeit	0.02...3600.0 [10.0]	Größte Zeit, über welche die Funktion angewandt wird.
Pn313	Eingangswert der Funktion	0...2999 [1]	Nummer des R-Parameters, der als X-Wert in die Funktion geht.

Tabelle 71. Pn310-Block: Funktionen

Die Ergebnisse der Funktion werden in die R-Parameter Ry110 bis Ry119 geschrieben. Für den Fall der Regressionsgerade haben die Parameter folgende Bedeutung:
- Ry110: Steigung der Geraden
- Ry111: Achsabschnitt der Geraden
- Ry112: Korrelationskoeffizient
- Ry113: Zeit, über welche die Gerade berechnet wurde
- Ry114: Standardabweichung über die Werte
- Ry115: Standardabweichung über die Zeit
- Ry116: Mittelwert der Werte
- Ry117: Mittelwert der Zeit
- Ry118: Zeitlicher Abstand der zur Berechnung verwendeten Werte

9.8.18 Pn350 –Block: Berechnete R-Parameter

Die Werte im Block Pn350 werden verwendet, um einigen R-Parametern berechnete, programmabhängige Werte zuweisen zu können. Diese Werte können zum Beispiel zur Verhältnisbildung verwendet werden, um die Abweichung eines Messwerts von einem Festwert darzustellen, um feste Werte auf Analogausgänge auszugeben, oder um Umrechnungen in andere Einheiten durchzuführen.

Insgesamt sind 5 berechnete R-Parameter möglich. Die Parameter bei Pn350-Pn359 werden dazu noch vier mal bei Pn360, Pn370, Pn380 und Pn390 wiederholt. Die Ergebnisse landen entsprechend in Ry061, Ry062, usw.

Bei einer mittelwertsbildenden Messung werden über berechnete R-Parameter Summen, Mittelwerte usw. gebildet, genauso wie über andere R-Parameter auch. Diese werden nach Ry260, Ry360 usw. geschrieben. In einigen Fällen sind die so berechneten Werte für Summen und Mittelwerte aber falsch. Ist der Ausdruck z. B. ein Verhältnis zweier R-Parameter, dann ist die Berechnung der Summe als Aufsummierung der einzelnen Verhältniswerte nicht unbedingt gleich dem Verhältnis der Summen der Einzelwerte. Teilweise (Gaszähler) stehen erst am Schluss der Messung genauere Werte zur Verfügung. Deshalb ist für die Summe und Mittelwert noch mal ein separater Ausdruck bei Pn351 bzw. Pn352 vorhanden. Sind hier Ausdrücke angegeben, dann werden nach Abschluss der Messung Summe bzw. Mittelwert des berechneten R-Parameters mit dem Ergebnis des Ausdrucks überschrieben.

Parameter	Bedeutung	Werte-bereich	Erläuterungen
Pn350	Berechneter R-Parameter #0	String [„“]	Ergebnis wird nach Ry060 geschrieben.
Pn351	Summe des berechneten R-Parameter #0	String [„“]	Ergebnis wird nach Ry360 geschrieben.
Pn352	Mittelwert des berechneten R-Parameter #0	String [„“]	Ergebnis wird nach Ry260 geschrieben.

Tabelle 72. Pn350-Block: Berechnete R-Parameter

Weitere Informationen
- Syntax der Steuerausdrücke siehe Kapitel 6.3.

9.8.19 Pn400- und Pn450 Blöcke: Regelung

Pro Programm sind zwei Regler verfügbar. Dazu ist jeweils ein Parameterblock bei Pn400, und ein zweiter bei Pn450 vorhanden. Im Zyklus wird erst der erste Regler (bei Pn400) und dann der zweite (bei Pn450) gerechnet. Diese Reihenfolge ist dann zu berücksichtigen, wenn die Regler kaskadiert werden. In diesem Fall sollte der erste Regler als äußerer Regler und der zweite als innerer verwendet werden.

Beide integrierte PID-Regler lassen sich als Regler für alle mit dem LMF gemessenen oder errechneten Größen (z. B. Drücke oder Volumenströme) konfigurieren.
Die Skalierung und Definition des Analogausganges zur Ausgabe der Stellgröße wird im S8nxx-Block (siehe Abschnitt 9.7.25, Analogausgänge) getroffen.

Jeder Regler kann als P-, PI- oder PIDT1-Regler konfiguriert werden. Als Regelgröße kann eine beliebige Mess- oder Rechengröße aus dem Ry000-Block definiert werden.
In der folgenden Tabelle sind die Parameter zur Konfigurierung des Reglers angegeben. Die Ermittlung der Reglerparameter (Pn402-Pn405) kann z. B. gemäß den Einstellregeln nach *Ziegler - Nichols* (s. u.) erfolgen.

Hierzu wird der Regler zunächst als reiner P-Regler definiert (TI = 0, TD = 0) (s. auch Tabelle Einstellparameter Regelung). Anschließend wird die Kreisverstärkung KR auf einen Wert eingestellt, der zu einer stabilen Dauerschwingung des Istwerts, d. h. der Regelgröße führt. Dieser Wert für KR wird als Kkrit. bezeichnet. Die Periodendauer der Dauerschwingung (Tkrit.) sollte per Schreiber oder Oszilloskop gemessen werden.

Mit Hilfe der Werte für Kkrit. und Tkrit. können dann die Reglerparameter gemäß nachfolgender Tabelle bestimmt werden.
Diese Werte sind dann als Werte für die Parameter Pn403 - Pn405 einzugeben.

Einstellregeln für PID-Regler nach Ziegler, Nichols:

Regler	KR	TI	TD
P	**0,5 * Kkrit**		
PI	**0,45 * Kkrit**	**0,85 * Tkrit**	
PID	**0,6 * Kkrit**	**0,5 * Tkrit**	**0,12 * Tkrit**

Parameter	Bedeutung	Werte-bereich	Erläuterungen
Pn400 (Pn450 ff.)	Regelung Modus	0...2	0: Regelung aus 1: Regelung Hand 2: Regelung Automatik
Pn401	Hotedit ein/aus	0...1	0: Ändern der Reglerparameter im Reglermenü nur im Handbetrieb. 1: Ändern der Reglerparameter im Reglermenü auch bei laufendem Regler.
Pn402	Regelung Zeitkonstante (T1)	0,02...10 [0,02]	Verzögerungszeit für den D-Anteil in Sekunden. Aus Diskretisierungsgründen muss T1 mindestens so groß sein, wie die Zykluszeit. In diesem Fall ist der Regler quasi ein idealer PID-Regler.
Pn403	Regelung Differentialanteil (TD)		D-Anteil des Reglers in Sekunden. Wenn TD=0, dann kein D-Anteil, d. h. Pn402 ohne Wirkung (PI-Regler)
Pn404	Regelung Integralanteil (TI)		I-Anteil des Reglers in Sekunden. Wenn TI =0 (entspricht ∞ !), dann kein I-Anteil und kein D-Anteil, d. h. Pn402 und Pn403 ohne Wirkung (P-Regler)
Pn405	Kreisverstärkung (KR)		P-Anteil des Reglers, dimensionslos, als Fließpunktzahl

Pn406	Stellgrößenbeschränkung untere Grenze		dimensionslose Fließpunktzahl.
Pn407	Stellgrößenbeschränkung obere Grenze		dimensionslose Fließpunktzahl.
Pn408	Diskretisierungszeit Regler	1E-3..1E3 [0.02]	Diskretisierungszeit des Reglers. Entspricht bei schnellen Reglern der Zykluszeit, kann bei sehr langsamen Reglern vergrößert werden, um Probleme aufgrund der Rechengenauigkeit zu vermeiden.
Pn411	Regelgröße, Istwert	String [„“]	Ausdruck, der den Istwert für den Regler ergibt.
Pn417	Ausgangswert nach Reset	String [„“]	Ausdruck, der den angenommenen Stellwert beim Neustart des Reglers als Ergebnis hat.
Pn422	Sollwert Regler	String [„“]	Ausdruck, der den Sollwert des Reglers als Ergebnis hat.
Pn423	Sollwertrampe		Anstiegsgeschwindigkeit absolut in SI-Einheiten der Regelgröße pro Sekunde
Pn424	Sollwertrampe, Startwert		in SI-Einheiten der Regelgröße
Pn425	Sollwertführungsrampe	-1...0...1	-1: verwenden, Startwert gemäß Pn424 0: nicht verwendet 1: verwenden, Startwert = aktueller Istwert
Pn430	Linearisierung des Ausgangs	0...2 [0]	0: Linearisierung aus 1: Drehschieber-Servoventil 3/4: KV = 0.428 2: Drehschieber-Servoventil 3/6: KV = 0.672
Pn435	Überlagerung des Ausgangssignals mit einem in Pn436 und Pn437 konfigurierten Jitter	0...1	0: inaktiv 1: aktiv
Pn436	Maximale Soll-/Ist-Differenz für Jitter	0..1E30	Das Jitter-Signal ist nur aktiv, wenn die Soll-/Ist-Differenz kleiner ist, als der hier eingestellt Wert.
Pn437	Doppelte Jitter-Amplitude	0..1E30	Der Stellwert wird in jedem Zyklus um die Hälfte des hier eingestellten Werts erhöht oder erniedrigt.
Pn440	Größe des Soll- und Istwerts	0...21 [10]	Codierung siehe Kapitel 10

Tabelle 73. Pn400-Block: Regelung

9.8.20 Pn500-Block: Grenzwerte

Im Block Pn500 sind 4 verschiedene Bewertungskriterien definiert, anhand derer jeweils ein Parameter nach Ende der Prüfung, oder permanent überwacht werden kann. Das Gesamtergebnis ist die Verknüpfung aller aktivierten Einzelbewertungen. Im folgenden werden exemplarisch die Parameter für das erste Bewertungskriterium dargestellt. Der Block wiederholt sich noch drei mal bei Pn510, Pn520 und Pn530.

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn500	Art der Bewertung	0...2	0: Abgeschaltet (immer gut). 1: Nach Prüfungsende bewerten. 2: Kontinuierlich bewerten.
Pn501	Zu überwachende Größe	0...2999	Nummer des zu bewertenden R-Parameters.
Pn502	Untere Grenze	-1E38...1E38	Unterer Grenzwert in SI-Einheiten
Pn503	Obere Grenze	-1E38...1E38	Oberer Grenzwert in SI-Einheiten
Pn504	Override für Bewertung	String	Der hier angegebene Ausdruck wird vor jeder Bewertung ausgewertet. Ist das Ergebnis > 0, dann ist das Ergebnis der Einzelbewertung immer „gut". Ist der Wert des Ausdrucks < 0, dann ist das Ergebnis der Einzelbewertung immer „schlecht" (verwendet wird „Wert zu hoch"). Existiert kein Ausdruck, oder ergibt dieser 0, dann wird eine normale Bewertung durchgeführt.

Tabelle 74. Pn500-Block: Grenzwerte

9.8.21 Pn550-Block: Automatische Programmumschaltung

Für die automatische Programmumschaltung können zwei R-Parameter pro Programm bewertet werden, entsprechend den Einstellungen in S1030 (S1031, S1032). Der Block Pn550 wird bei Pn560 nochmals wiederholt.

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn550	Zu bewertender R-Parameter	0...2999	Nummer des R-Parameters, der bei Grenzüberschreitungen einen Programmwechsel einleiten soll.
Pn551	Unterer Grenzwert für die Programmumschaltung	[0]	Eine Unterschreitung dieses Wertes führt zu einer Umschaltung des Programms entsprechend Pn553.
Pn552	Oberer Grenzwert für die Programmumschaltung	[1E+08]	Eine Überschreitung dieses Wertes führt zu einer Umschaltung des Programms entsprechend Pn554.
Pn553	Neues Programm bei Unterschreitung des Grenzwerts in Pn551.	0...9	Bei einer Unterschreitung des Grenzwerts in Pn551 wird auf dieses Programm umgeschaltet, wenn es im gültigen Bereich für den jeweiligen Messkreis liegt (S101k, S102k).
Pn554	Neues Programm bei Überschreitung des Grenzwerts in Pn552.	0...9	Bei einer Überschreitung des Grenzwerts in Pn552 wird auf dieses Programm umgeschaltet, wenn es im gültigen Bereich für den jeweiligen Messkreis liegt (S101k, S102k).

Tabelle 75. Pn550-Block: Automatische Programmumschaltung

9.8.22 Pn700-Block: Prozesszeiten

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Erläuterungen
Pn701	Messzeit	0.1...86400.0	(in Sekunden)
Pn705	Anzahl der Messimpulse bei Gaszähler nach Impulszählmethode	2...100000	Messzeit wird nach Ablauf der Impulszahl beendet (Torzeitmessung).
Pn710	Vorfüllzeit	0.0...86400.0	in Sekunden
Pn711	Füllzeit	0.0...86400.0	in Sekunden
Pn712	Beruhigungszeit	0.0...86400.0	in Sekunden
Pn713	Lüftzeit	0.0...86400.0	in Sekunden
Pn714	Zeit für Anzeige der Messergebnisse	0.0...86400.0	In Sekunden

Tabelle 76. Pn700-Block: Prozesszeiten

Anmerkungen:
In der Regel sind für Pn714 nur die folgenden Werte sinnvoll:
0: keine Wartezeit für die Ergebnisanzeige, Verhalten wie in Standardversion, „GO“-Signal ohne Wirkung. Sehr großer Wert: die Ergebnisanzeige wird immer durch das „GO“-Signal beendet

Bei Doppelstreckengeräten können die Prozesszeiten für beide Geräte asynchron sein. Für das Setzen von (dem gemeinsamen) Prüfende gelten jedoch die Prozesszeiten für die am längsten laufende Strecke! Vergleich: S9002 " Messung synchronisieren "

Die Phasen „Füllen“ und „Ergebnis anzeigen“ können vorzeitig vor Ablauf der jeweiligen Wartezeit durch ein Signal „GO“ beendet werden. Dies kann z. B. sinnvoll sein, wenn während der Phase „Füllen“ manuelle Einstellungen vorgenommen werden sollen, wenn die Phase „Füllen“ durch ein Ereignis beendet werden soll, welches von der übergeordneten Steuerung ausgewertet wird, oder wenn das Messergebnis manuell ausgewertet werden soll (insbesondere im Betrieb mit mehreren Durchläufen, s. u.). Realisiert wird das Signal „GO“ durch den in S1404 definierten Ausdruck.

9.8.23 Pn800-Block: Programmabhängige Anzeigeparameter

Neben der Anzeige von bestimmten vordefinierten Daten gibt es zwei Möglichkeiten, den Wert von R-Parametern auf dem Display anzuzeigen (siehe auch Kapitel 9.2.3):

- Anzeige eines direkt zugewiesenen R-Parameters
- Anzeige des R-Parameters, der in einem zugewiesenen P-Parameter gespeichert ist

An dieser Stelle geht es um die P-Parameter, in denen die R-Parameter gespeichert sind, deren Werte angezeigt werden sollen. Diese indirekte Zuweisung bietet den Vorteil, dass programmspezifisch unterschiedliche Größen angezeigt werden können.

Parameter	Bedeutung	Wertebereich
Pn800	Anzeigeparameter #0	y000 - y999
Pn801	Anzeigeparameter #1	y000 - y999
Pn802	Anzeigeparameter #2	y000 - y999
Pn803	Anzeigeparameter #3	y000 - y999
Pn804	Anzeigeparameter #4	y000 - y999
Pn805	Anzeigeparameter #5	y000 - y999
Pn806	Anzeigeparameter #6	y000 - y999
Pn807	Anzeigeparameter #7	y000 - y999
Pn808	Anzeigeparameter #8	y000 - y999
Pn809	Anzeigeparameter #9	y000 - y999
Pn810	Anzeigeparameter #10	y000 - y999
Pn811	Anzeigeparameter #11	y000 - y999
Pn812	Anzeigeparameter #12	y000 - y999
Pn813	Anzeigeparameter #13	y000 - y999

Pn814	Anzeigeparameter #14	y000 - y999
Pn815	Anzeigeparameter #15	y000 - y999
Pn816	Anzeigeparameter #16	y000 - y999
Pn817	Anzeigeparameter #17	y000 - y999
Pn818	Anzeigeparameter #18	y000 - y999
Pn819	Anzeigeparameter #19	y000 - y999

Tabelle 77. Pn800-Block: Programmabhängige Anzeigeparameter

Parameter	**Bedeutung**	**Wertebereich**	**Erläuterungen**
Pn899	Programmname	String [„“]	Der Programmname kann auf dem Display angezeigt werden, indem der Wert –10 (bzw. –11, -12 für MK1 und 2) in der Displayliste verwendet wird. Ein ‚|’ Zeichen trennt den Teil für die linke und rechte Anzeige. Zu lange Anzeigen blinken bzw. scrollen automatisch.

Tabelle 78. Pn899-Block: Programmname

9.9 U-Parameter: Subprogramme

Das Programm bestimmt den verwendeten P-Parametersatz. Mit Hilfe von Subprogrammen können Teile dieses Parametersatzes unabhängig vom Programm ausgewählt werden. Die über Subprogramme umschaltbaren Teile des P-Parametersatzes werden als Parameter-Segmente bezeichnet. Für jedes Parameter-Segment existiert ein Satz von Konfigurationsparametern (U-Parametersatz) in welchem das Verhalten des zugehörigen Subprogramms festgelegt wird (siehe Tabelle 79).

In der Grundkonfiguration sind alle Subprogramme an das Programm gekoppelt. Dies entspricht dem Zustand vor Einführung der Subprogramme. Alternativ kann ein Subprogramm durch einen Ausdruck bestimmt, oder – ähnlich wie das Programm – automatisch umgeschaltet werden.

Die Umschaltung von Parameter-Segmenten ermöglicht beispielsweise im Falle einer Messbereichsumschaltung die Umschaltung eines Sensors, ohne gleich ein ganzes Programm umschalten zu müssen. Dadurch bleiben mehr Programme für verschiedene Auswertungen, automatisierte Messabläufe oder sonstige Aufgaben verfügbar.

Wenn ein Subprogramm nicht an das Programm gekoppelt sein soll, gibt es zwei unterschiedliche Möglichkeiten, das Umschalt-Verhalten zu definieren:

- Die Umschaltung erfolgt abhängig vom Zustand eines Steuer-Ausdrucks.
- Die Umschaltung erfolgt automatisch, wenn ein R-Parameter eine obere Grenze überschreitet oder eine untere Grenze unterschreitet. In diesem Fall sind der zu überwachende R-Parameter, die Grenzwerte und die zugehörigen Umschaltziele in den H-Parametern definiert. Siehe hierzu auch Abschnitt 9.5.1.

Umschaltvorgänge dürfen nicht jederzeit auftreten. Z. B. kann man definieren, dass zwischen zwei Umschaltungen eine gewisse Wartezeit liegen muss oder dass in bestimmten Zuständen, wie beispielsweise während einer mittelwertbildenden Messung, Umschaltungen unterbunden sind.

Hinweis:
Die Wartezeit gilt auch dann, wenn das Subprogramm fest an das Programm gekoppelt ist. Ist z. B. für ein Subprogramm eine Wartezeit von 2 Sekunden festgelegt, so wird das Subprogramm u. U. erst 2 Sekunden nach dem Wechsel des Programms umgeschaltet!

Für jedes Parameter-Segment gibt es einen eigenen U-Parametersatz. Die einzelnen U-Parametersätze folgen im Abstand von 20 aufeinander. Die Tausenderstelle gibt dabei den Messkreis an.

Derzeit existierende U-Parametersätze:

Nummer des U-Parametersatz	**Start U-Parameter**	**Parameter Segment**	**Erläuterung**
0	Uy000	Pn100-Pn149, Pn200-Pn249	Einheiten und Nachkommastellen, erste Hälfte
1	Uy020	Pn150-Pn199, Pn250-Pn299	Einheiten und Nachkommastellen, zweite Hälfte
2	Uy040	Pn899	Programmname
10	Uy200	Pn000, Pn003, Pn004	Primär-Element, siehe Abschnitt 9.8.1
11	Uy220	Pn001	Gasart, siehe Abschnitt 9.8.1
12	Uy240	Pn010-Pn014	Primäre Messgröße, siehe Abschnitt 9.8.2
13	Uy260	Pn020-Pn024	Absolutdruck, siehe Abschnitt 9.8.3
14	Uy280	Pn030-Pn034	Messtemperatur, siehe Abschnitt 9.8.4
15	Uy300	Pn040-Pn044	Messfeuchte, siehe Abschnitt 9.8.5
16	Uy320	Pn050-Pn055	Bezugsdruck absolut, siehe Abschnitt 9.8.6
17	Uy340	Pn060-Pn064	Bezugstemperatur, siehe Abschnitt 0
18	Uy360	Pn070-Pn074	Bezugsfeuchte, siehe Abschnitt 9.8.8
19	Uy380	Pn075-Pn079	Hilfseingang 0, siehe Abschnitt 9.8.9
20	Uy400	Pn080-Pn084	Hilfseingang 1, siehe Abschnitt 9.8.10
21	Uy420	Pn085-Pn089	Hilfseingang 2, siehe Abschnitt 0
22	Uy440	Pn090-Pn094	Hilfseingang 3, siehe Abschnitt 0
23	Uy460	Pn095-Pn099	Hilfseingang 4, siehe Abschnitt 0

Tabelle 79. U-Parametersätze. y = Messkreis

Im folgenden wird exemplarisch der U-Parametersatz beginnend bei U0200 gezeigt. Die anderen U-Parametersätze sind identisch aufgebaut:

Parameter	Bedeutung	Werte	Erläuterungen
U0200	Kopplung	0...2 [0]	0: Kopplung an das Programm. 1: Bestimmung durch den Ausdruck in U0204. 2: Automatische Umschaltung anhand der Vektoren in U0210-U0219.
U0201	Initiales Subprogramm	0...9 [0]	Initialwert für das Subprogramm.
U0202	Wartezeit	0...3600 [0]	Wartezeit zwischen Umschaltungen. Nach einer Umschaltung des Subprogramms werden für die hier eingestellte Zeit in Sekunden weitere Umschaltungen unterbunden.
U0203	Umschaltung erlauben?	String [„“]	Wenn U0200 den Wert 1 oder 2 hat, dann bestimmt der Ausdruck in U0203, ob eine Umschaltung zulässig ist. Wenn der Ausdruck leer oder ungültig ist, dann ist eine Umschaltung immer zulässig.
U0204	Ausdruck für Subprogramm	String [„“]	Wenn U0200 den Wert 1 hat, dann wird das Subprogramm durch den hier vorgegebenen Ausdruck bestimmt.
U0210	Umschaltvektor	0...49 [0]	Verweist auf einen H-Parametersatz. Wenn U0200 den Wert 2 hat, und das aktuelle Subprogramm 0 ist, dann wird dieser Umschaltvektor verwendet, um gegebenenfalls ein neues Subprogramm zu bestimmen.
U0211	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 1.
U0212	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 2.
U0213	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 3.
U0214	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 4.
U0215	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 5.
U0216	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 6.
U0217	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 7
U0218	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 8
U0219	Umschaltvektor	0...49 [0]	H-Parametersatz wenn Subprogramm = 9

Tabelle 80. U0000-Block: Struktur eines U-Parametersatzes

9.10 Ryxxx-Block: Read-Parameter, Messergebnisse

Zum Verständnis
Die meisten Systeme haben nur einen Messkreis (Messkreis 0). Es kann jedoch bis zu 3 Messkreise geben. In der folgenden Tabelle steht der Kleinbuchstabe y in der Parameternummer für die Nummer des Messkreises und kann die Werte 0, 1 oder 2 annehmen.

Parameter	Bedeutung/physikalische Größe	Display Name	Zusatz
Ry000	System-Absolutdruck	Pbas	
Ry001	Differenzdruck	Pdif	
Ry002	Messdruck absolut	Pabs	
Ry003	Messtemperatur	Temp	
Ry004	Messfeuchte	Hum	
Ry010	Bezugsdruck absolut [1)]	RPab	
Ry011	Bezugstemperatur [1)]	RTem	
Ry012	Bezugsfeuchte [1)]	RHum	
Ry015	Hilfseingang 0	Aux0	
Ry016	Hilfseingang 1	Aux1	
Ry017	Hilfseingang 2	Aux2	
Ry018	Hilfseingang 3	Aux3	
Ry019	Hilfseingang 4	Aux4	
Ry030	Messvolumenstrom	QVac	
Ry031	Normvolumenstrom	QVno	
Ry032	Bezugsvolumenstrom [1)]	RQVa	
Ry033	Heizleistung	CPwr	
Ry034	Wärmemenge	HQty	
Ry035	Massenstrom	QMas	
Ry036	Reynoldszahl Flow-Element	Re_d	
Ry037	Reynoldszahl Rohr	Re_D	
Ry038	Geschwindigkeit Flow-Element	v_d	
Ry039	Geschwindigkeit Rohr	v_D	
Ry040	K-Faktor Betaflow	K	
Ry041	Druckabfall LMS	dpdt	
Ry051	Korrektur-Messvolumenstrom [2)]	CQVa	
Ry052	Korrektur-Normvolumenstrom [2)]	CQVn	
Ry053	Korrektur-Bezugsvolumenstrom [1) 2)]	CQVr	
Ry054	Korrektur-Massenstrom [2)]	CQMa	
Ry060	Berechneter R-Parameter aus Pn350	Cal0	
Ry061	Berechneter R-Parameter aus Pn360	Cal1	
Ry062	Berechneter R-Parameter aus Pn370	Cal2	
Ry063	Berechneter R-Parameter aus Pn380	Cal3	
Ry064	Berechneter R-Parameter aus Pn390	Cal4	
Ry090	Kalibrierdichte	KDen	
Ry091	Messdichte	ADen	
Ry092	Normdichte	NDen	
Ry093	Bezugsdichte [1)]	RDen	
Ry094	Korrekturdichte [2)]	CDen	
Ry095	Kalibrierviskosität	KVis	
Ry096	Messviskosität	AVis	
Ry097	Normviskosität	NVis	
Ry098	Bezugsviskosität [1)]	RVis	
Ry099	Korrekturviskosität [2)]	CVis	

Ry110	Funktionsergebnis 0 (bei Regression: Steigung)	FuncRes0	
Ry111	Funktionsergebnis 1 (bei Regression: Achsabschnitt)	FuncRes1	
Ry112	Funktionsergebnis 2 (bei Regression: Korrelationskoeffizient)	FuncRes2	
Ry113	Funktionsergebnis 3 (bei Regression: reale Messzeit, d. h. Anzahl Intervalle mal Intervallbreite)	FuncRes3	
Ry114	Funktionsergebnis 4 (bei Regression: Standardabweichung der Werte)	FuncRes4	
Ry115	Funktionsergebnis 5 (bei Regression: Standardabweichung der Zeit)	FuncRes5	
Ry116	Funktionsergebnis 6 (bei Regression: Mittelwert der Werte)	FuncRes6	
Ry117	Funktionsergebnis 7 (bei Regression: Mittelwert der Zeit)	FuncRes7	
Ry118	Funktionsergebnis 8 (bei Regression: Intervallbreite, d. h. zeitlicher Abstand der Werte)	FuncRes8	
Ry119	Funktionsergebnis 9	FuncRes9	
Ry130	Faktor aus der Korrekturrechnung (kontinuierlich) [2)]	Corr Cont	
Ry131	Faktor aus der Korrekturrechnung (mittelwertsbildend) [2)]	Corr Avrg	
Ry150	Regelung 1, Sollwert	Set1	
Ry151	Regelung 1, Istwert	Act1	
Ry152	Regelung 1, Ausgang Stellgröße	Cor1	
Ry160	Regelung 2, Sollwert	Set2	
Ry161	Regelung 2, Istwert	Act2	
Ry162	Regelung 2, Ausgang Stellgröße	Cor2	
Ry170	Bewertete Größe aus Pn501		
Ry171	Unterer Grenzwert aus Pn502	LLim	
Ry172	Oberer Grenzwert aus Pn503	ULim	
Ry173	Bewertete Größe aus Pn511		
Ry174	Unterer Grenzwert aus Pn512	LLim	
Ry175	Oberer Grenzwert aus Pn513	ULim	
Ry176	Bewertete Größe aus Pn521		
Ry177	Unterer Grenzwert aus Pn522	LLim	
Ry178	Oberer Grenzwert aus Pn523	ULim	
Ry179	Bewertete Größe aus Pn531		
Ry180	Unterer Grenzwert aus Pn532	LLim	
Ry181	Oberer Grenzwert aus Pn533	ULim	
Ry190	Anzahl Pulse während Messung (Gaszähler)	Puls	
Ry194	Restzeit, Vorfüllen	Pfil	
Ry195	Restzeit, Füllen	Fill	
Ry196	Restzeit, Beruhigen	Calm	
Ry197	Restzeit, Stabilisieren (ZERO)	Zero	
Ry198	Restzeit, Lüften	Vent	
Ry199	Zeit, Messung (MEAS, LEAK)	Time	Meas
Ry200	Mittelwert System-Absolutdruck	Pbas	Avrg
Ry201	Mittelwert Differenzdruck	Pdif	Avrg
Ry202	Mittelwert Messdruck absolut	Pabs	Avrg
Ry203	Mittelwert Messtemperatur	Temp	Avrg
Ry204	Mittelwert Messfeuchte	Hum	Avrg
Ry210	Mittelwert Bezugsdruck absolut [1)]	RPab	Avrg
Ry211	Mittelwert Bezugstemperatur [1)]	RTem	Avrg
Ry212	Mittelwert Bezugsfeuchte [1)]	Rhum	Avrg

Ry215	Mittelwert Hilfseingang 0	Aux0	Avrg
Ry216	Mittelwert Hilfseingang 1	Aux1	Avrg
Ry217	Mittelwert Hilfseingang 2	Aux2	Avrg
Ry218	Mittelwert Hilfseingang 3	Aux3	Avrg
Ry219	Mittelwert Hilfseingang 4	Aux4	Avrg
Ry230	Mittelwert Messvolumenstrom	QVac	Avrg
Ry231	Mittelwert Normvolumenstrom	QVno	Avrg
Ry232	Mittelwert Bezugsvolumenstrom 1)	RQVa	Avrg
Ry233	Mittelwert Heizleistung	CPwr	Avrg
Ry234	Mittelwert Wärmemenge	HQty	Avrg
Ry235	Mittelwert Massenstrom	QMas	Avrg
Ry236	Mittelwert Reynoldszahl Flow-Element	Ref	Avrg
Ry237	Mittelwert Reynoldszahl Rohr	Ret	Avrg
Ry238	Mittelwert Geschwindigkeit Flow-Element	Vf	Avrg
Ry239	Mittelwert Geschwindigkeit Rohr	Vt	Avrg
Ry240	Mittelwert K-Faktor	K	Avrg
Ry241	Mittelwert Druckabfall LMS	dpdt	Avrg
Ry251	Mittelwert Korrektur-Messvolumenstrom 2)	CQva	Avrg
Ry252	Mittelwert Korrektur-Normvolumenstrom 2)	CQvn	Avrg
Ry253	Mittelwert Korrektur-Bezugsvolumenstrom 1) 2)	CQvr	Avrg
Ry254	Mittelwert Korrektur-Massenstrom 2)	CQMa	Avrg
Ry260	Mittelwert berechneter R-Parameter aus Pn350	Cal0	Avrg
Ry261	Mittelwert berechneter R-Parameter aus Pn360	Cal1	Avrg
Ry262	Mittelwert berechneter R-Parameter aus Pn370	Cal2	Avrg
Ry263	Mittelwert berechneter R-Parameter aus Pn380	Cal3	Avrg
Ry264	Mittelwert berechneter R-Parameter aus Pn390	Cal4	Avrg
Ry290	Mittelwert Kalibrierdichte	KDen	Avrg
Ry291	Mittelwert Messdichte	ADen	Avrg
Ry292	Mittelwert Normdichte	NDen	Avrg
Ry293	Mittelwert Bezugsdichte 1)	RDen	Avrg
Ry294	Mittelwert Korrekturdichte 2)	CDen	Avrg
Ry295	Mittelwert Kalibrierviskosität	KVis	Avrg
Ry296	Mittelwert Messviskosität	AVis	Avrg
Ry297	Mittelwert Normviskosität	NVis	Avrg
Ry298	Mittelwert Bezugsviskosität 1)	RVis	Avrg
Ry299	Mittelwert Korrekturviskosität 2)	CVis	Avrg
Ry300	Summe System-Absolutdruck	Pbas	Sum
Ry301	Summe Differenzdruck	Pdif	Sum
Ry302	Summe Messdruck absolut	Pabs	Sum
Ry303	Summe Messtemperatur	Temp	Sum
Ry304	Summe Messfeuchte	Hum	Sum
Ry310	Summe Bezugsdruck absolut 1)	RPab	Sum
Ry311	Summe Bezugstemperatur 1)	RTem	Sum
Ry312	Summe Bezugsfeuchte 1)	Rhum	Sum
Ry315	Summe Hilfseingang 0	Aux0	Sum
Ry316	Summe Hilfseingang 1	Aux1	Sum
Ry317	Summe Hilfseingang 2	Aux2	Sum
Ry318	Summe Hilfseingang 3	Aux3	Sum
Ry319	Summe Hilfseingang 4	Aux4	Sum

Ry330	Summe Messvolumenstrom	QVac	Sum
Ry331	Summe Normvolumenstrom	QVno	Sum
Ry332	Summe Bezugsvolumenstrom 1)	RQVa	Sum
Ry333	Summe Heizleistung	CPwr	Sum
Ry334	Summe Wärmemenge	HQty	Sum
Ry335	Summe Massenstrom	QMas	Sum
Ry336	Summe Reynoldszahl Flow-Element	Ref	Sum
Ry337	Summe Reynoldszahl Rohr	Ret	Sum
Ry338	Summe Geschwindigkeit Flow-Element	Vf	Sum
Ry339	Summe Geschwindigkeit Rohr	Vt	Sum
Ry340	Summe K-Faktor	K	Sum
Ry341	Summe Druckabfall LMS	dpdt	Sum
Ry351	Summe Korrektur-Messvolumenstrom 2)	CQva	Sum
Ry352	Summe Korrektur-Normvolumenstrom 2)	CQvn	Sum
Ry353	Summe Korrektur-Bezugsvolumenstrom 1) 2)	CQvr	Sum
Ry354	Summe Korrektur-Massenstrom 2)	CQMa	Sum
Ry360	Summe berechneter R-Parameter aus Pn350	Cal0	Sum
Ry361	Summe berechneter R-Parameter aus Pn360	Cal1	Sum
Ry362	Summe berechneter R-Parameter aus Pn370	Cal2	Sum
Ry363	Summe berechneter R-Parameter aus Pn380	Cal3	Sum
Ry364	Summe berechneter R-Parameter aus Pn390	Cal4	Sum
Ry390	Summe Kalibrierdichte	KDen	Sum
Ry391	Summe Messdichte	ADen	Sum
Ry392	Summe Normdichte	NDen	Sum
Ry393	Summe Bezugsdichte 1)	RDen	Sum
Ry394	Summe Korrekturdichte 2)	CDen	Sum
Ry395	Summe Kalibrierviskosität	KVis	Sum
Ry396	Summe Messviskosität	AVis	Sum
Ry397	Summe Normviskosität	NVis	Sum
Ry398	Summe Bezugsviskosität 1)	RVis	Sum
Ry399	Summe Korrekturviskosität 2)	CVis	Sum
Ry400	Minimum System-Absolutdruck	Pbas	Min
Ry401	Minimum Differenzdruck	Pdif	Min
Ry402	Minimum Messdruck absolut	Pabs	Min
Ry403	Minimum Messtemperatur	Temp	Min
Ry404	Minimum Messfeuchte	Hum	Min
Ry410	Minimum Bezugsdruck absolut 1)	RPab	Min
Ry411	Minimum Bezugstemperatur 1)	RTem	Min
Ry412	Minimum Bezugsfeuchte 1)	Rhum	Min
Ry415	Minimum Hilfseingang 0	Aux0	Min
Ry416	Minimum Hilfseingang 1	Aux1	Min
Ry417	Minimum Hilfseingang 2	Aux2	Min
Ry418	Minimum Hilfseingang 3	Aux3	Min
Ry419	Minimum Hilfseingang 4	Aux4	Min
Ry430	Minimum Messvolumenstrom	QVac	Min
Ry431	Minimum Normvolumenstrom	QVno	Min
Ry432	Minimum Bezugsvolumenstrom 1)	RQVa	Min
Ry433	Minimum Heizleistung	CPwr	Min
Ry434	Minimum Wärmemenge	HQty	Min
Ry435	Minimum Massenstrom	QMas	Min
Ry436	Minimum Reynoldszahl Flow-Element	Ref	Min

Ry437	Minimum Reynoldszahl Rohr	Ret	Min
Ry438	Minimum Geschwindigkeit Flow-Element	Vf	Min
Ry439	Minimum Geschwindigkeit Rohr	Vt	Min
Ry440	Minimum K-Faktor	K	Min
Ry441	Minimum Druckabfall LMS	dpdt	Min
Ry451	Minimum Korrektur-Messvolumenstrom [2)]	CQva	Min
Ry452	Minimum Korrektur-Normvolumenstrom [2)]	CQvn	Min
Ry453	Minimum Korrektur-Bezugsvolumenstrom [1) 2)]	CQvr	Min
Ry454	Minimum Korrektur-Massenstrom [2)]	CQMa	Min
Ry460	Minimum berechneter R-Parameter aus Pn350	Cal0	Min
Ry461	Minimum berechneter R-Parameter aus Pn360	Cal1	Min
Ry462	Minimum berechneter R-Parameter aus Pn370	Cal2	Min
Ry463	Minimum berechneter R-Parameter aus Pn380	Cal3	Min
Ry464	Minimum berechneter R-Parameter aus Pn390	Cal4	Min
Ry490	Minimum Kalibrierdichte	KDen	Min
Ry491	Minimum Messdichte	ADen	Min
Ry492	Minimum Normdichte	NDen	Min
Ry493	Minimum Bezugsdichte [1)]	RDen	Min
Ry494	Minimum Korrekturdichte [2)]	CDen	Min
Ry495	Minimum Kalibrierviskosität	KVis	Min
Ry496	Minimum Messviskosität	AVis	Min
Ry497	Minimum Normviskosität	NVis	Min
Ry498	Minimum Bezugsviskosität [1)]	RVis	Min
Ry499	Minimum Korrekturviskosität [2)]	CVis	Min
Ry500	Maximum System-Absolutdruck	Pbas	Max
Ry501	Maximum Differenzdruck	Pdif	Max
Ry502	Maximum Messdruck absolut	Pabs	Max
Ry503	Maximum Messtemperatur	Temp	Max
Ry504	Maximum Messfeuchte	Hum	Max
Ry510	Maximum Bezugsdruck absolut [1)]	RPab	Max
Ry511	Maximum Bezugstemperatur [1)]	RTem	Max
Ry512	Maximum Bezugsfeuchte [1)]	Rhum	Max
Ry515	Maximum Hilfseingang 0	Aux0	Max
Ry516	Maximum Hilfseingang 1	Aux1	Max
Ry517	Maximum Hilfseingang 2	Aux2	Max
Ry518	Maximum Hilfseingang 3	Aux3	Max
Ry519	Maximum Hilfseingang 4	Aux4	Max
Ry530	Maximum Messvolumenstrom	QVac	Max
Ry531	Maximum Normvolumenstrom	QVno	Max
Ry532	Maximum Bezugsvolumenstrom [1)]	RQVa	Max
Ry533	Maximum Heizleistung	CPwr	Max
Ry534	Maximum Wärmemenge	HQty	Max
Ry535	Maximum Massenstrom	QMas	Max
Ry536	Maximum Reynoldszahl Flow-Element	Ref	Max
Ry537	Maximum Reynoldszahl Rohr	Ret	Max
Ry538	Maximum Geschwindigkeit Flow-Element	Vf	Max
Ry539	Maximum Geschwindigkeit Rohr	Vt	Max
Ry540	Maximum K-Faktor	K	Max
Ry541	Maximum Druckabfall LMS	dpdt	Max

Ry551	Maximum Korrektur-Messvolumenstrom [2)]	CQva	Max
Ry552	Maximum Korrektur-Normvolumenstrom [2)]	CQvn	Max
Ry553	Maximum Korrektur-Bezugsvolumenstrom [1) 2)]	CQvr	Max
Ry554	Maximum Korrektur-Massenstrom [2)]	CQMa	Max
Ry560	Maximum berechneter R-Parameter aus Pn350	Cal0	Max
Ry561	Maximum berechneter R-Parameter aus Pn360	Cal1	Max
Ry562	Maximum berechneter R-Parameter aus Pn370	Cal2	Max
Ry563	Maximum berechneter R-Parameter aus Pn380	Cal3	Max
Ry564	Maximum berechneter R-Parameter aus Pn390	Cal4	Max
Ry590	Maximum Kalibrierdichte	KDen	Max
Ry591	Maximum Messdichte	ADen	Max
Ry592	Maximum Normdichte	NDen	Max
Ry593	Maximum Bezugsdichte [1)]	RDen	Max
Ry594	Maximum Korrekturdichte [2)]	CDen	Max
Ry595	Maximum Kalibrierviskosität	KVis	Max
Ry596	Maximum Messviskosität	AVis	Max
Ry597	Maximum Normviskosität	NVis	Max
Ry598	Maximum Bezugsviskosität [1)]	RVis	Max
Ry599	Maximum Korrekturviskosität [2)]	CVis	Max
Ry600	Standardabweichung System-Absolutdruck	Pbas	Dev
Ry601	Standardabweichung Differenzdruck	Pdif	Dev
Ry602	Standardabweichung Messdruck absolut	Pabs	Dev
Ry603	Standardabweichung Messtemperatur	Temp	Dev
Ry604	Standardabweichung Messfeuchte	Hum	Dev
Ry610	Standardabweichung Bezugsdruck absolut [1)]	RPab	Dev
Ry611	Standardabweichung Bezugstemperatur [1)]	RTem	Dev
Ry612	Standardabweichung Bezugsfeuchte [1)]	Rhum	Dev
Ry615	Standardabweichung Hilfseingang 0	Aux0	Dev
Ry616	Standardabweichung Hilfseingang 1	Aux1	Dev
Ry617	Standardabweichung Hilfseingang 2	Aux2	Dev
Ry618	Standardabweichung Hilfseingang 3	Aux3	Dev
Ry619	Standardabweichung Hilfseingang 4	Aux4	Dev
Ry630	Standardabweichung Messvolumenstrom	QVac	Dev
Ry631	Standardabweichung Normvolumenstrom	QVno	Dev
Ry632	Standardabweichung Bezugsvolumenstrom [1)]	RQVa	Dev
Ry633	Standardabweichung Heizleistung	CPwr	Dev
Ry634	Standardabweichung Wärmemenge	HQty	Dev
Ry635	Standardabweichung Massenstrom	QMas	Dev
Ry636	Standardabweichung Reynoldszahl Flow-Element	Ref	Dev
Ry637	Standardabweichung Reynoldszahl Rohr	Ret	Dev
Ry638	Standardabweichung Geschwindigkeit Flow-Element	Vf	Dev
Ry639	Standardabweichung Geschwindigkeit Rohr	Vt	Dev
Ry640	Standardabweichung K-Faktor	K	Dev
Ry641	Standardabweichung Druckabfall LMS	dpdt	Dev
Ry651	Standardabweichung Korrektur-Messvolumenstrom [2)]	CQva	Dev
Ry652	Standardabweichung Korrektur-Normvolumenstrom [2)]	CQvn	Dev
Ry653	Standardabweichung Korrektur-Bezugsvolumenstrom [1)2)]	CQvr	Dev
Ry654	Standardabweichung Korrektur-Massenstrom [2)]	CQMa	Dev

Ry660	Standardabweichung berechneter R-Parameter aus Pn350	Cal0	Dev
Ry661	Standardabweichung berechneter R-Parameter aus Pn360	Cal1	Dev
Ry662	Standardabweichung berechneter R-Parameter aus Pn370	Cal2	Dev
Ry663	Standardabweichung berechneter R-Parameter aus Pn380	Cal3	Dev
Ry664	Standardabweichung berechneter R-Parameter aus Pn390	Cal4	Dev
Ry690	Standardabweichung Kalibrierdichte	KDen	Dev
Ry691	Standardabweichung Messdichte	ADen	Dev
Ry692	Standardabweichung Normdichte	NDen	Dev
Ry693	Standardabweichung Bezugsdichte [1)]	RDen	Dev
Ry694	Standardabweichung Korrekturdichte [2)]	CDen	Dev
Ry695	Standardabweichung Kalibrierviskosität	KVis	Dev
Ry696	Standardabweichung Messviskosität	AVis	Dev
Ry697	Standardabweichung Normviskosität	NVis	Dev
Ry698	Standardabweichung Bezugsviskosität [1)]	RVis	Dev
Ry699	Standardabweichung Korrekturviskosität [2)]	CVis	Dev
Ry700	Änderung[3)] System-Absolutdruck	Pbas	ddt
Ry701	Änderung[3)] Differenzdruck	Pdif	ddt
Ry702	Änderung[3)] Messdruck absolut	Pabs	ddt
Ry703	Änderung[3)] Messtemperatur	Temp	ddt
Ry704	Änderung[3)] Messfeuchte	Hum	ddt
Ry710	Änderung[3)] Bezugsdruck absolut [1)]	RPab	ddt
Ry711	Änderung[3)] Bezugstemperatur [1)]	RTem	ddt
Ry712	Änderung[3)] Bezugsfeuchte [1)]	Rhum	ddt
Ry715	Änderung[3)] Hilfseingang 0	Aux0	ddt
Ry716	Änderung[3)] Hilfseingang 1	Aux1	ddt
Ry717	Änderung[3)] Hilfseingang 2	Aux2	ddt
Ry718	Änderung[3)] Hilfseingang 3	Aux3	ddt
Ry719	Änderung[3)] Hilfseingang 4	Aux4	ddt
Ry730	Änderung[3)] Messvolumenstrom	QVac	ddt
Ry731	Änderung[3)] Normvolumenstrom	QVno	ddt
Ry732	Änderung[3)] Bezugsvolumenstrom [1)]	RQVa	ddt
Ry733	Änderung[3)] Heizleistung	CPwr	ddt
Ry734	Änderung[3)] Wärmemenge	HQty	ddt
Ry735	Änderung[3)] Massenstrom	QMas	ddt
Ry736	Änderung[3)] Reynoldszahl Flow-Element	Ref	ddt
Ry737	Änderung[3)] Reynoldszahl Rohr	Ret	ddt
Ry738	Änderung[3)] Geschwindigkeit Flow-Element	Vf	ddt
Ry739	Änderung[3)] Geschwindigkeit Rohr	Vt	ddt
Ry740	Änderung[3)] K-Faktor	K	ddt
Ry741	Änderung[3)] Druckabfall LMS	dpdt	ddt
Ry751	Änderung[3)] Korrektur-Messvolumenstrom [2)]	CQva	ddt
Ry752	Änderung[3)] Korrektur-Normvolumenstrom [2)]	CQvn	ddt
Ry753	Änderung[3)] Korrektur-Bezugsvolumenstrom [1) 2)]	CQvr	ddt
Ry754	Änderung[3)] Korrektur-Massenstrom [2)]	CQMa	ddt

Ry760	Änderung[3)] berechneter R-Parameter aus Pn350	Cal0	ddt
Ry761	Änderung[3)] berechneter R-Parameter aus Pn360	Cal1	ddt
Ry762	Änderung[3)] berechneter R-Parameter aus Pn370	Cal2	ddt
Ry763	Änderung[3)] berechneter R-Parameter aus Pn380	Cal3	ddt
Ry764	Änderung[3)] berechneter R-Parameter aus Pn390	Cal4	ddt
Ry790	Änderung[3)] Kalibrierdichte	KDen	ddt
Ry791	Änderung[3)] Messdichte	ADen	ddt
Ry792	Änderung[3)] Normdichte	NDen	ddt
Ry793	Änderung[3)] Bezugsdichte [1)]	RDen	ddt
Ry794	Änderung[3)] Korrekturdichte [2)]	CDen	ddt
Ry795	Änderung[3)] Kalibrierviskosität	KVis	ddt
Ry796	Änderung[3)] Messviskosität	AVis	ddt
Ry797	Änderung[3)] Normviskosität	NVis	ddt
Ry798	Änderung[3)] Bezugsviskosität [1)]	RVis	ddt
Ry799	Änderung[3)] Korrekturviskosität [2)]	CVis	ddt
R0800	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 0	IN00	Raw
R0801	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 1	IN01	Raw
R0802	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 2	IN02	Raw
R0803	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 3	IN03	Raw
R0804	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 4	IN04	Raw
R0805	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 5	IN05	Raw
R0806	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 6	IN06	Raw
R0807	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 7	IN07	Raw
R0808	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 8	IN08	Raw
R0809	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 9	IN09	Raw
R0810	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 10	IN10	Raw
R0811	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 11	IN11	Raw
R0812	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 12	IN12	Raw
R0813	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 13	IN13	Raw
R0814	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 14	IN14	Raw
R0815	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 15	IN15	Raw
R0816	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 16	IN16	Raw
R0817	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 17	IN17	Raw
R0818	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 18	IN18	Raw
R0819	Roher Eingangswert Datensatz-Nummer 19	IN19	Raw
R0820	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 0	IN00	Lin
R0821	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 1	IN01	Lin
R0822	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 2	IN02	Lin
R0823	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 3	IN03	Lin
R0824	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 4	IN04	Lin
R0825	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 5	IN05	Lin
R0826	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 6	IN06	Lin
R0827	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 7	IN07	Lin
R0828	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 8	IN08	Lin
R0829	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 9	IN09	Lin
R0830	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 10	IN10	Lin
R0831	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 11	IN11	Lin
R0832	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 12	IN12	Lin
R0833	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 13	IN13	Lin
R0834	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 14	IN14	Lin
R0835	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 15	IN15	Lin
R0836	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 16	IN16	Lin
R0837	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 17	IN17	Lin
R0838	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 18	IN18	Lin
R0839	Linearisierter Eingangswert Datensatz-Nummer 19	IN19	Lin

R0840	Roher Ausgangswert Ausgang 0	Out0	Raw
R0841	Roher Ausgangswert Ausgang 1	Out1	Raw
R0842	Roher Ausgangswert Ausgang 2	Out2	Raw
R0843	Roher Ausgangswert Ausgang 3	Out3	Raw
R0844	Roher Ausgangswert Ausgang 4	Out4	Raw
R0845	Roher Ausgangswert Ausgang 5	Out5	Raw
R0846	Roher Ausgangswert Ausgang 6	Out6	Raw
R0847	Roher Ausgangswert Ausgang 7	Out7	Raw
R0848	Roher Ausgangswert Ausgang 8	Out8	Raw
R0849	Roher Ausgangswert Ausgang 9	Out9	Raw
R0899	Tatsächlich benötigte Zykluszeit	Cycle time	Orig
R1800	Subscribed R-Parameter von Remote-Controller wie in S9410-Block festgelegt	RC00	
…		…	
R1819		RC19	
R1820	Subscribed R-Parameter von Remote-Controller wie in S9420-Block festgelegt	RC20	
…		…	
R1839		RC39	
R1840	Subscribed R-Parameter von Remote-Controller wie in S9430-Block festgelegt	RC40	
…		…	
R1859		RC39	
R1860	Ergebnis des im H5000-Block definierten Filters	Filter0	
…	…	…	
R1879	Ergebnis des im H6900-Block definierten Filters	Filter19	
R2800	Wert der generischen Float-Variablen F[0]	Floatvar	
...	...	...	
R2849	Wert der generischen Float-Variablen F[49]	Floatvar	
Ry900	System-Absolutdruck, nicht korrigiert	Pbas	Orig
Ry901	Differenzdruck, nicht korrigiert	Pdif	Orig
Ry902	Messdruck absolut, nicht korrigiert	Pabs	Orig
Ry903	Messtemperatur, nicht korrigiert	Temp	Orig
Ry904	Messfeuchte, nicht korrigiert	Hum	Orig
Ry910	Bezugsdruck absolut, nicht korrigiert [1)]	RPab	Orig
Ry911	Bezugstemperatur, nicht korrigiert [1)]	RTem	Orig
Ry912	Bezugsfeuchte, nicht korrigiert [1)]	RHum	Orig
Ry915	Hilfseingang 0, nicht korrigiert	Aux0	Orig
Ry916	Hilfseingang 1, nicht korrigiert	Aux1	Orig
Ry917	Hilfseingang 2, nicht korrigiert	Aux2	Orig
Ry918	Hilfseingang 3, nicht korrigiert	Aux3	Orig
Ry919	Hilfseingang 4, nicht korrigiert	Aux4	Orig

Tabelle 81. Ry000-Block:Read-Parameter

[1)] Bezugsgrößen werden nur berechnet, wenn in Pn300 die Bezugsrechnung aktiviert ist.
[2)] Korrekturgrößen werden nur berechnet, wenn in Pn300 die Bezugsrechnung aktiviert ist und in Pn301 ein Korrekturverfahren ausgewählt ist.

[3)] Änderungen werden generell wie folgt berechnet: $\frac{\Delta Wert}{\Delta Zeit} = \frac{Wert_{Ende} - Wert_{Anfang}}{Zeit_{Ende} - Zeit_{Anfang}}$

10 Basiseinheiten – Umrechnung (X- und Y-Faktoren)

SI-Faktor	X- oder Y-Faktor: 1/SI-Faktor	A = a0	Einheit	Unit Code	Display Abkürzung
Druck: Type Code 0			**Differenzdruck Absolutdruck Bezugsabsolutdruck Relativdruck**		**Pdif Pabs RPab Prel**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Pascal	0	Pa
1,00000E+02	1,00000E-02	0,000	HektoPascal	1	hPa
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	KiloPascal	2	kPa
1,00000E+02	1,00000E-02	0,000	Millibar	3	mbar
1,00000E+05	1,00000E-05	0,000	Bar	4	bar
9,80670E+04	1,01971E-05	0,000	techn. Atmosphäre	5	at
1,01325E+05	9,86923E-06	0,000	phys. Atmosphäre	6	atm
3,38639E+03	2,95300E-04	0,000	inch Quecks. @0℃	7	inHG
2,49089E+02	4,01463E-03	0,000	inch Ws @4℃	8	inWC
6,89476E+03	1,45038E-04	0,000	Pounds/in2	9	lbi2
4,78802E+01	2,08855E-02	0,000	Pounds/ft2	10	lbf2
1,33322E+02	7,50062E-03	0,000	mm Quecksilb. @0℃	11	mmHG
9,80670E-00	1,01971E-01	0,000	mm Wasser @4℃	12	mmWC
6,89476E+03	1,45038E-04	0,000	Pounds /in²	13	psi
1,33322E+02	7,50062E-03	0,000	Torr	14	Torr
9,79000E-00	1,02145E-01	0,000	mm Wasser @20° C	15	mmWC
2,48648E+02	4,02175E-03	0,000	inch Ws @20℃	16	inWC
Druckänderung pro Zeit: Type Code 6			**Druckänderung pro Zeit:**		**dpdt**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Pascal/sec.	0	Pa/s
1,66667E-02	6,00000E+01	0,000	Pascal/Min.	1	Pa/m
2,77778E-04	3,60000E+03	0,000	Pascal/h	2	Pa/h
1,00000E+02	1,00000E-02	0,000	Millibar/sec	3	mb/s
1,66667E-00	6,00000E-01	0,000	Millibar/min	4	mb/m
2,77778E-02	3,60000E+01	0,000	Millibar/hour	5	mb/h
1,00000E+05	1,00000E-05	0,000	Bar/sec	6	b/s
1,66667E+03	6,00000E-04	0,000	Bar/min	7	b/m
2,77778E+01	3,60000E-02	0,000	Bar/hour	8	b/h
6,89476E+03	1,45038E-04	0,000	Pounds /in²/sec	9	PSIs
1,14913E+02	8,70227E-03	0,000	Pounds /in²/min	10	PSIm
1,91521E-00	5,22136E-01	0,000	Pounds /in²/hour	11	PSIh
Massenstrom: Type Code 2			**Massenstrom**		**Qmas**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	kg/sec	0	kg/s
1,66667E-02	6,00000E+01	0,000	kg/min	1	kg/m
2,77778E-04	3,60000E+03	0,000	kg/hour	2	kg/h
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	g/sec	3	g/s
1,66667E-05	6,00000E+04	0,000	g/min	4	g/m
2,77778E-07	3,60000E+06	0,000	g/hour	5	g/h
4,53590E-01	2,20463E-00	0,000	lb/sec	6	PPS
7,55980E-03	1,32279E+02	0,000	lb/min	7	PPM
1,25000E-04	8,00000E+03	0,000	lb/hour	8	PPH

Masse: **Type Code 9**			**Gesamtmasse**		**Mass**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	kg	0	kg
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	g	1	g
4,53590E-01	2,20463E-00	0,000	lb	2	lb
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	t	3	t
Volumenstrom: **Type Code 1**			**Akt. Volumenstrom** **Normvolumenstrom** **Bezugsvolumenstrom**		**QVac** **QVno** **RQva**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	m³/sec	0	m3/s
1,66667E-02	6,00000E+01	0,000	m³/min	1	m3/m
2,77778E-04	3,60000E+03	0,000	m³/hour	2	m3/h
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	Liter/sec	3	L/s
1,66667E-05	6,00000E+04	0,000	Liter/min	4	L/m
2,77778E-07	3,60000E+06	0,000	Liter/hour	5	L/h
1,00000E-06	1,00000E+06	0,000	cm³/sec	6	cm3s
1,66667E-08	6,00000E+07	0,000	cm³/min	7	cm3m
2,77778E-10	3,60000E+09	0,000	cm³/hour	8	cm3/h
2,83170E-02	3,53145E+01	0,000	ft³/sec	9	CFS
4,71950E-04	2,11887E+03	0,000	ft³/min	10	CFM
7,86580E-06	1,27133E+05	0,000	ft³/hour	11	CFH
1,63870E-05	6,10240E+04	0,000	inch³/sec	12	CIS
2,73120E-07	3,66139E+06	0,000	inch³/min	13	CIM
4,55190E-09	2,19688E+08	0,000	inch³/h	14	CIH
1,00000E-06	1,00000E+06	0,000	cm³/sec	15	ml/s
1,66667E-08	6,00000E+07	0,000	cm³/min	16	ml/m
2,77778E-10	3,60000E+09	0,000	cm³/hour	17	ml//h
Volumen: **Type Code 8**			**Akt. Gesamtvolumen** **Normgesamtvolumen** **Referenzges.volumen**		**Avol** **Nvol** **Rvol**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	m³	0	m3
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	Liter	1	Lit.
1,00000E-06	1,00000E+06	0,000	cm³	2	cm3
2,83170E-02	3,53145E+01	0,000	ft³	3	CF
1,63870E-05	6,10240E+04	0,000	inch³	4	CI
Dichte: **Type Code 3**			**Aktuelle Dichte** **Normdichte** **Bezugsdichte**		**ADen** **NDen** **RDen**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Kg/Kubikmeter	0	kgm3
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	g/Kubikmeter	1	g/m3
1,60185E+01	6,24278E-02	0,000	lb/Kubikfuß	2	lbcf
2,76799E+04	3,61273E-05	0,000	lb/Kubikinch	3	lbci
Temperatur: **Type Code 5**			**Temperatur** **Bezugstemperatur**		**Temp RTem**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Kelvin	0	"K
1,00000E-00	1,00000E-00	273,150	Celsius	1	"C
5,55556E-01	1,80000E-00	255,372	Fahrenheit	2	"F
5,55556E-01	1,80000E-00	0,000	Rankine	3	"R
Feuchte: **Type Code 10**			**Feuchte** **Bezugsfeuchte**		**Hum RHum**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Rel. Luftfeuchte	0	-
1,00000E-02	1,00000E+02	0,000	Rel. Luftfeuchte.[%]	1	%rH

Viskosität: Type Code 4			**Aktuelle Viskosität Kalibrierviskosität Bezugsviskosität**		**AVis CVis RVis**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Pascalsek.	0	Pa*s
1,00000E-07	1,00000E+07	0,000	Micropoises	1	uPoi
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	Centipoises	2	cPoi
1,78583E+01	5,59965E-02	0,000	lbm / (in * s)	3	lbis
Zeit: Type Code 7			**Zeit:**		**TMea**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Sekunde (s)	0	sec.
6,00000E+01	1,66667E-02	0,000	Minute (min)	1	min.
3,60000E+03	2,77778E-04	0,000	Stunde (h)	2	hour
8,64000E+04	1,15741E-05	0,000	Tag	3	day
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	Millisekunde	4	msec
1,00000E-06	1,00000E+06	0,000	Mikrosekunde	5	usec
Frequenz: Type Code 21			**Frequenz:**		**f**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Hertz	0	Hz
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	KiloHertz	1	kHz
1,00000E+06	1,00000E-06	0,000	MegaHertz	2	MHz
1,66667E-02	6,00000E+01	0,000	1/Minute	3	1/m
2,77778E-04	3,60000E+03	0,000	1/Stunde	4	1/h
Weg / Länge: Type Code 14			**Länge:**		**D / d / S / s**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Meter (m)	0	m
1,00000E+02	1,00000E-02	0,000	Zentimeter (cm)	1	cm
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	Millimeter (mm)	2	mm
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	Kilometer (m)	3	km
3,048006E-01	3,2808334E-00	0,000	Fuß (ft)	4	feet
2,540005E-02	3,39370E+01	0,000	Zoll / inch (in)	5	inch
9,144018E-01	1,0936111E-00	0,000	yard (yd)	6	yard
1,609344E+03	6,213711E-04	0,000	mile (mil)	7	mile
1,00000E+06	1,00000E-06	0,000	Mikrometer (µ)	8	mu
Geschwindigkeit: Type Code 15			**Geschwindigkeit:**		**v**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Meter/Sekunde (m/s)	0	m/s
6,00000E+01	1,66667E-02	0,000	Meter/Minute (m/min)	1	m/mi
3,60000E+03	2,77778E-04	0,000	Kilometer/Stunde (km/h)	2	km/h
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	Kilometer/Sekunde (m/s)	3	km/s
2,540005E-02	3,39370E+01	0,000	Inch/Sekunde (in/s)	4	in
3,048006E-01	3,2808334E-00	0,000	Fuß/Sekunde (ft/min)	5	ft/s
9,144018E-01	1,0936111E-00	0,000	Yard/Sekunde (yd/s)	6	yd/s
1,609344E+03	6,213711E-04	0,000	Meile/Sekunde (mil/s)	7	mils
2,68244E+01	3,72823E-2	0,000	Meilen/Minute (mil/min)	8	milm
4,47040E-00	2,23694E-00	0,000	Meilen/Stunde (mil/h)	9	milh
5.14444E-01	1,94384E-00	0,000	Knoten	10	knot
Beschleunigung: Type Code 16			**Beschleunigung:**		**a**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,00	Meter/Sekunde^2 (m/s^2)	0	m/s2
3,048006E-01	3,2808334E-00	0,00	Fuß/Sekunde^2 (ft/s^2)	1	fts2

Kraft: **Type Code 18**			**Kraft:**		**F**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,00	Newton	0	N
1,00000E-05	1,00000E+05	0,00	Dyn	1	dyne
1,00000E+03	1,00000E-03	0,00	KiloNewton	2	kN
4,44822E-00	2,24809E-01	0,00	pound force	3	lbf
1,38255E-01	7,23301E+00	0,00	poundel	4	pdl
Energie: **Type Code 19**			**Energie:**		**W**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,00	Joule	0	J
1,00000E-00	1,00000E-00	0,00	Wattsekunde	1	Ws
3,60000E+03	2,77778E-04	0,00	Wattstunde	2	Wh
3,60000E+06	2,77778E-07	0,00	KiloWattstunde	3	kWh
3,60000E+09	2,77778E-10	0,00	MegaWattstunde	4	MWh
4,1868 E+00	2,38846E-01	0,00	Kalorie	5	cal
4.1868 E+03	2,38849E-04	0,00	KiloKalorie	6	kcal
1,05506E+03	9,47813E-04	0,00	British Thermal Unit	7	btu
Leistung: **Type Code 20**			**Leistung:**		**P**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Watt	0	W
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	KiloWatt	1	kW
1,00000E+06	1,00000E-06	0,000	MegaWatt	2	MW
4,1868 E+00	2,38846E-01	0,000	Kalorie/Sekunde	3	c/s
1,163 E+00	8,59845E-01	0,000	KiloKalorie / Stunde	4	kc/h
1,75843E+01	5,68688E-02	0,000	BTU/Minute	5	btum
2,93072E-01	3,41213E+00	0,000	BTU/Stunde	6	btuh
Dimensionslos: **Type Code 10**			**Anzahl der Messwerte:**		**Nval**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	dimensionslos Faktor 1	0	-
1,00000E-02	1,00000E+02	0,000	Prozent %	1	%
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	Kilo	2	E+03
1,00000E+06	1,00000E-06	0,000	Mega	3	E+06
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	Milli	4	E-03
1,00000E-06	1,00000E+06	0,000	Mikro	5	E-06
Spannung: **Type Code 11**			**Spannung:**		**U**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Volt	0	V
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	MilliVolt	1	mV
1,00000E-06	1,00000E+06	0,000	MikroVolt	2	uV
Strom: **Type Code 12**			**Strom:**		**I**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Ampere	0	A
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	Milliampere	1	mA
1,00000E-06	1,00000E+06	0,000	Mikroampere	2	uA
Widerstand: **Type Code 13**			**Widerstand:**		**R**
1,00000E-00	1,00000E-00	0,000	Ohm	0	Ohm
1,00000E-03	1,00000E+03	0,000	MilliOhm	1	mOhm
1,00000E+03	1,00000E-03	0,000	KiloOhm	2	kOhm
1,00000E+06	1,00000E-06	0,000	MegaOhm	3	MOhm

Tabelle 82. Basiseinheiten – Umrechnung (X- und Y-Faktoren)

11 Angaben zu den Berechnungsverfahren

11.1 Zustandsgleichung der idealen Gase

Die entscheidenden Versuche zur Beschreibung des thermodynamischen Verhaltens von Gasen wurden schon im 19. Jahrhundert von den französischen und englischen Physikern, Gay-Lussac, Boyle und Mariotte, durchgeführt. Sie definierten die thermische Zustandsgleichung der (idealen) Gase:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \quad \text{oder} \quad \frac{p \cdot V}{T} = const.$$

Bei einer bestimmten Menge (Masse m) eines Gases ist das Produkt aus Druck und Volumen dividiert durch die absolute Temperatur konstant.
Die Zustandsgleichung gilt exakt nur für das ideale Gas, für die realen Gase mit guter Näherung, nicht aber für Dämpfe. Die Zustandsgleichung beinhaltet drei Sonderfälle:

Übersicht:	**Sonderfälle der Zustandsgleichung**		
Bezeichnung:	Isobare Zustandsänderung	Isochore Zustandsänderung	Isotherme Zustandsänderung
Bedingung:	P=const.	V=const.	T=const.
Formel:	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$
Gesetz von:	Gay-Lussac	Gay-Lussac	Boyle-Mariotte

In *pV/T* = konstant hängt der Zahlenwert des konstanten Quotienten von der Masse des eingeschlossenen Gases ab. Bezieht man die Gleichung auf mehr als 1kg Masse, so muss man durch die Masse m dividieren und erhält:

$$\frac{p \cdot V}{m \cdot T} = const. = R_i$$

Darin ist Ri die **spezielle Gaskonstante,** die von der Gasart abhängt. Multipliziert man die spezielle Gaskonstante mit der Molmasse M, so erhält man die universelle Gaskonstante **R** = 8,314 J/ kmol K.

Mit der Definition für die Dichte

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Lässt sich folgender Zusammenhang für die Dichte herleiten:

$$\rho = \frac{p}{R_i \cdot T}$$

Aus dieser Gleichung lässt sich für ein ideales Gas bei bekannter spezieller Gaskonstante Ri die Dichte über die Messgrößen (Absolut-) Druck und Temperatur ermitteln.

11.2 Zusammenhang zwischen den Durchfluss-Messgrößen

Gase sind kompressible Medien und Gasdurchflüsse sind damit von der Dichte abhängig. Mit Hilfe der Kontinuitätsgleichung (Gesetz der Massenerhaltung) lässt sich für die Strömung eines Gases folgender Zusammenhang angeben:

$$\dot{m} = QM_{as} = \rho \cdot QV = \rho_{ac} \cdot QV_{ac} = \rho_{no} \cdot QV_{no} = \rho_{re} \cdot QV_{re}$$

Dieser Zusammenhang verdeutlicht, dass die verschiedenen Volumenströme jederzeit über das Dichteverhältnis ineinander umgerechnet werden können. Im folgenden Kapitel sollen die verschiedenen Volumenströme, die das LMF berechnet kurz erläutert werden.

Das LMF stellt unter anderem folgende Durchfluss-Messgrößen zur Verfügung:

- aktueller Volumenstrom (QVac)
- Massenstrom (QMas)
- Normvolumenstrom (QVno)
- Bezugsvolumenstrom (RQva)

Aktueller Volumenstrom (QVac)
Der aktuelle Volumenstrom (QVac) wird am Eingang des Volumenstrom-Messgerätes (z. B. LFE) ermittelt. Er ist die primäre Größe des LMF. Der aktuelle Volumenstrom ergibt sich aus dem Druckabfall über dem LFE (Differenzdruck) in Verbindung mit den Kalibrierdaten des LFE (siehe ggf. Kalibrierprotokoll). Bei Laminar-Flow-Elementen ist die Grundlage hierfür das Gesetz von Hagen - Poiseuille über den Druckabfall in geraden Rohren, die laminar durchströmt werden. Korrigiert wird der aktuelle Volumenstrom über das Verhältnis Kalibrierviskosität zu aktueller Viskosität. Die Kalibrierbedingungen sind die Bedingungen, die bei der Kalibrierung des LFE herrschten und sind aus den Kalibrierdatenblättern der LFE zu entnehmen.
Der aktuelle Volumenstrom ist als "Fläche" x "Strömungsgeschwindigkeit" = "Volumen pro Zeit" zu verstehen.
SI-Einheit: m^3/s

Massenstrom (QMas)
Der Massenstrom ist in nach außen dichten Abschnitten eines Rohrleitungssystems eine Erhaltungsgröße. Zur Berechnung des Massenstroms wird der aktuelle Volumenstrom mit der aktuellen Dichte (bei aktueller Temperatur, aktuellem Absolutdruck und aktueller Feuchte) multipliziert.
SI-Einheit: kg/s

Normvolumenstrom (QVno)
Der Normvolumenstrom ist ein Volumenstrom bezogen auf eine Normdichte. Die Normdichte wird in der Regel durch Angabe des Mediums (z. B. Luft) und der Normbedingungen (Druck, Temperatur, Feuchte) festgelegt. Da es verschiedene internationale und nationale Normen und darüber hinaus davon abweichende Werksnormen gibt, ist die Angabe eines Normvolumenstroms nur dann sinnvoll, wenn bekannt ist, auf welche Normbedingungen sich die Angabe bezieht. Beispiele für verschiedene Normbedingungen:

ANSI	1013,25 mbar	21,11°C	0 % relative Feuchte
ISO 6358	1000 mbar	20°C	0 % relative Feuchte
DIN 1343	1013,25 mbar	0°C	0 % relative Feuchte
DIN 2533	1013,25 mbar	15°C	0 % relative Feuchte

Die in Ihrem System verwendeten Normbedingungen sind in den Parametern S0101, S0102 und S0103 festgelegt. Beachten Sie, dass dort die Werte in SI-Einheiten angegeben werden müssen.

Berechnet wird der Normvolumenstrom, in dem der Massenstrom durch die Normdichte dividiert wird. Da die Normbedingungen, einmal gewählt, festgelegt sind, bleibt die Umrechnung zum Massenstrom immer in einem konstanten Verhältnis, d. h. der Normvolumenstrom ist nichts anderes als ein möglicherweise anschaulicheres Synonym für den Massenstrom. Insbesondere hat der Begriff „Normvolumenstrom“ nicht notwendigerweise etwas mit irgendeiner Prüfnorm zu tun!
SI-Einheit: m^3/s

Bezugsvolumenstrom (RQva)
Der Bezugsvolumenstrom ist ein berechneter aktueller Volumenstrom bezogen auf eine Bezugsdichte. Diese kann ähnlich wie ein Normvolumenstrom über fest definierte Bezugsbedingungen Druck, Temperatur und Feuchte festgelegt werden, häufiger interessiert man sich aber zum Beispiel für den aktuellen Volumenstrom am Eingang eines Prüflings, da die Bedingungen dort in der Regel andere sind, als am Eingang des Primär-Elements zur Durchflussmessung. Werden die Bedingungen am Prüflingseingang gemessen (= Bezugsbedingungen) berechnet das LMF die Bezugsdichte und damit im nächsten Schritt den Bezugsvolumenstrom, indem der Massenstrom durch die Bezugsdichte dividiert wird. Details siehe Abschnitt 11.6.2.
SI-Einheit: m^3/s

11.3 Einstellbare Gasarten

Einstellungen Pn001, Gas durch Primär-Element: Betriebsgasart

Luft unter atmosphärischen Bedingungen ist aus Kostengründen oft das übliche Kalibriermedium von Primär-Elementen. Bei Verwendung der realen Dichterechnung für Luft in einem Bereich von 5..35°C, 800..1200 hPa Absolutdruck und 0..95 % relative Feuchte, bekannt gegeben durch eine BIPM-Empfehlung, erzielt man die höchsten Berechnungsgenauigkeiten.

Bei Präzisionsanwendungen sollte die Gasart bei Kalibrierung mit der Betriebsgasart möglichst übereinstimmen.
Bei Anwendung einer anderen Gasart muss sichergestellt sein, dass die Reynoldszahl der zu messenden Strömung ähnlich der Reynoldszahl bei der Kalibrierung ist. Dann besteht bei LFE die Möglichkeit, auch mit einer anderen Betriebsgasart zu arbeiten.

Standardmäßig sind folgende Gasarten im LMF hinterlegt:

1 - Luft
2 - Argon
3 - Kohlendioxid
4 - Kohlenmonoxid
5 - Helium
6 - Wasserstoff
7 - Stickstoff
8 - Sauerstoff
9 - Methan
10 - Propan
11 - n-Butan
12 - Erdgas H
13 - Erdgas L
14 - Lachgas
15 - Wasserdampf

Für andere Gase richten Sie bitte Ihre Anfrage an die TetraTec Instruments GmbH.

11.4 Dichteberechnung

Die Dichte wird aus den Messgrößen für Temperatur, Absolutdruck und ggf. Feuchte bestimmt. Als Faustformel zur Fehlerabschätzung kann folgender Zusammenhang benutzt werden:

1 ° Temperaturfehler, entspricht
3 mbar Druckfehler, entspricht
45 % Feuchtefehler, entspricht
ca. 0,3 % Fehler bei der Dichteberechnung!

Aus diesem Zusammenhang kann man die Gewichtung der Sensoren erkennen, d. h. eine Vernachlässigung der Feuchtemessung verursacht z. B. den geringsten Fehler in der Dichteberechnung.
Mit dem LMF lässt sich die Dichte nach verschiedenen Modellen berechnen. Eingestellt werden diese Modelle im Parameter Pn003. Im folgenden werden die verschiedenen Rechen-Modelle erläutert.

Ideal: [0] (Pn003=0)

Bei der Einstellung ideal werden keine Realgaskorrekturen durchgeführt. Die Berechnung verläuft rein nach dem idealen Gasgesetz ohne Berücksichtigung der aktuellen Feuchte.

Real: [1] (Pn003=1)

Bei der Einstellung Real [1] werden Realgaskorrekturen für hohe Drücke durchgeführt. Die Berechnung verläuft unter Berücksichtigung des Real-Gasverhaltens. Mittels Realgasfaktoren und deren Entwicklung nach Virialkoeffizienten wird das Druck-Verhalten von realen Gasen beschrieben. Dieses Rechenmodell gilt für alle (trockenen) Gase und sollte bei Drücken > 4 bar auch bei Luft immer verwendet werden.

Real: [2] (Pn003=2)

Bei der Einstellung Real [2] werden Realgaskorrekturen unter Berücksichtigung der Feuchte durchgeführt. Die Berechnung erfolgt nach BIPM- und PTB-Empfehlungen. Dieses Rechenmodell gilt nur für Luft bis ≤ 4 bar unter Berücksichtigung der Feuchte und ist die Standardeinstellung für Luft.

11.5 Viskositätsberechnung

Die Viskosität wird aus den Messgrößen für Temperatur, und ggf. Feuchte bestimmt. Als Faustformel zur Fehlerabschätzung kann folgender Zusammenhang benutzt werden:

1 ° Temperaturfehler, entspricht
45 % Feuchtefehler, entspricht
ca. 0,2 % Fehler bei der Viskositätsberechnung!

Die Viskosität ist bis ca. 7 bar absolut unabhängig vom Druck. Mit dem LMF lässt sich die Viskosität nach verschiedenen Modellen berechnen. Eingestellt werden diese Modelle im Parameter Pn004. Im folgenden werden die verschiedenen Rechen-Modelle erläutert.

Ideal:

Bei der Einstellung ideal wird eine universelle Temperaturkorrektur der Viskosität reiner Gase durchgeführt. Für Luft wird dabei nur das Verhalten trockener Luft berücksichtigt. Die Berechnung verläuft bei allen Gasarten nach Empfehlungen von Daubert & Danner. Sie ist über einen weiten Temperaturbereich gültig.

Real:

Bei der Einstellung real wird die exakte Viskositätskorrektur zusätzlich unter Berücksichtigung der Luftfeuchte durchgeführt, dies ist die Standardeinstellung für Luft. Die Berechnung verläuft nach dem Kestin-Whitelaw-Gesetz und ist nur für Luft gültig.

Für die Zukunft ist ein weiteres Rechen-Modell für die Viskosität geplant. Dieses Modell soll dann zusätzlich die Druckabhängigkeit der Viskosität bei Drücken ≥ 7 bar absolut korrigieren.

11.6 Zuordnung von Sensoren und Messgrößen

Die Durchflussrechnung benötigt bestimmte Eingangsgrößen mit vordefinierten Bedeutungen, z. B. zur Berechnung von Dichte und Viskosität. Zusätzlich gibt es optionale Eingangsgrößen, deren Bedeutung projektspezifisch festgelegt werden kann. Die Zuordnung der Sensoren erfolgt auf mehreren Ebenen:

- Zunächst können die Sensoren prinzipiell beliebig den verfügbaren Hardware-Eingängen zugeteilt sein. In der Regel wird diese Zuordnung zu Beginn des Projekts durch den Projektleiter nach bestimmten Konventionen festgelegt. Danach ist eine Änderung nicht mehr ohne weiteres möglich.
- Im Rahmen der Inbetriebnahme wird jedem Sensor mindestens ein Linearisierungsdatensatz zugeordnet (S2nxx-Blöcke, n = Datensatznummer). Jeder Linearisierungsdatensatz enthält unter anderem Festlegungen zum Linearisierungsverfahren, das Ausgleichspolynom, eine Eingangs- und Ausgangs-Skalierung, die Seriennummer, Überwachungsgrenzen und eine Zuordnung zum Hardware-Eingang. Die Reihenfolge der Linearisierungsdatensätze ist prinzipiell beliebig. Es können auch mehr Linearisierungsdatensätze belegt werden, als für die Durchflussrechnung erforderlich sind. Z. B. können mehrere Linearisierungsdatensätze auf ein und den selben Hardware-Eingang (Sensor) zugreifen, z. B. um zwischen alternativen Linearisierungsverfahren wählen zu können.
- In gleicher Weise wird für jedes Primärelement mindestens ein Linearisierungsdatensatz angelegt (S4nxx-Blöcke). Dieser enthält u. a. Angaben zum Typ des Primärlements, der Mediums, der Kalibrierbedingungen, Ausgleichspolynom, Skalierungsfaktoren und Seriennummer. Kommen mehrere Gasarten oder Prüfbedingungen zum Einsatz, gibt es häufig mehrere Linearisierungsdatensätze für ein und dasselbe Primärelement.
- Die P-Parameter sind programmspezifisch. Es gibt 10 Programme, denen die Parameterblöcke P0xx bis P9xx entsprechen. Es gibt in jedem Programm bestimmte Parameter-Blöcke für bestimmte Eingangsgrößen. Hier wird unter anderem festgelegt, welcher Sensor für die entsprechende Eingangsgröße verwendet wird, indem der passende Linearisierungsdatensatz ausgewählt wird.

Nachfolgend eine Übersicht der Parameterblöcke und Ihren Bedeutungen:

1. Pn000-Block: Primär-Element
   Ein Primärelement kann z. B. ein Wirkdruckgeber wie ein LFE, eine Blende oder ein Venturi-Rohr sein. Es kann sich aber auch um einen Zähler, einen Massenstromsensor, usw. handeln.
2. Pn010-Block: Primäre Messgröße
   Wird zur Durchflussmessung ein Primär-Element wie z. B. ein LFE, eine Blende oder ein Venturi-Rohr eingesetzt, ist die primäre Messgröße der Wirkdruck, d. h. der Differenzdruck zwischen Eingang und Ausgang bzw. Engstelle.
3. Pn020, Pn030 und Pn040-Blöcke: Sensoren für die Messbedingungen
   Für die Durchflussrechnung sind die Messbedingen statischer Absolutdruck, Temperatur und relative Feuchte erforderlich. Mit ihrer Hilfe werden die Größen Dichte und Viskosität am Eingang des Primärelements berechnet. Diese wiederum sind erforderlich, um die Volumenströme und, sofern das Primärelement nicht gerade ein Massenstromsensor ist, auch den Massenstrom zu berechnen. Siehe auch Abschnitte 11.6.1.1, 11.6.1.2 und 11.6.1.3.
4. Pn050, Pn60 und Pn070-Blöcke: Sensoren für Bezugsbedingungen
   Bezugsbedingungen sind Bedingungen an einer beliebigen Messstelle des Strömungssystems, z. B. am Eingang des Prüflings (Prüfbedingungen). Mit Hilfe der Bezugsbedingungen kann z. B. die Dichte am Ort der Bezugs-Messstelle berechnet werden, und somit bei bekanntem Massenstrom der lokale Volumenstrom. Außerdem können die Bezugsbedingungen für Korrekturrechnungen verwendet werden, mit dem Ziel, externe Einflüsse zu kompensieren, und so eine Messgröße zu definieren, die nur mit der im Fokus stehenden Eigenschaft des Prüflings korreliert.
   Siehe auch Abschnitte 11.6.2.1, 11.6.2.2 und 11.6.2.3.
5. Pn075, Pn080, Pn085, Pn090 und Pn095-Blöcke: Hilfseingänge
   Die Hilfseingänge (Aux0 bis Aux 4)) können frei definiert werden, zum Beispiel für zusätzliche Relativ- oder Differenzdrucksensoren, oder einen Massenstromsensor.
   Siehe auch Abschnitt 11.6.3.
   Sonderbehandlung Massenstromsensor:
   Damit das Signal eines Massenstromsensors auch hinsichtlich der vollständigen Durchflussrechnung als Massenstrom interpretiert wird muss der Massenstromsensor als Sensor, als Hilfseingang und als Primärelement eingerichtet werden:
   - Zunächst wird er in einem S2nxx-Datensatz als Sensor angelegt, z. B. im S27xx-Block
   - Ein Hilfseingang greift auf diesen Sensor-Linearisierungsdatensatz zu, z. B. Hilfseingang 0 (Pn075-Block). Dann wird Pn075=7 gesetzt.
   - Schließlich wird der Massenstromsensor in einem S4nxx-Datensatz als Primärelement angelegt, z. B. im S43xx-Block. Dann wird S4300=100 gesetzt (Typ direkter Massenstromeingang) und S4330=0 gesetzt (Hilfseingang 0)
6. S9110-Block: System-Basisdruck
   Der System-Basisdruck ist der zentralen Absolutdruck, mit dessen Hilfe Relativdrücke in Absolutdrücke umgerechnet werden können. Häufig sind die Relativdrücke auf den Umgebungsdruck bezogen. In diesem Fall ist der System-Basisdruck gleichbedeutend mit dem barometrischen Umgebungsdruck.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die verschiedenen Einstellungen für die Sensoren, die (unabhängig vom Primär-Element) zur Bestimmung der Dichte und der Viskosität an das LMF angeschlossen werden können.

11.6.1 Mess-Sensoren

11.6.1.1 Pabs

Absolutdruck des Gases in der Einlaufstrecke des Primär-Elements (LFE, Gaszähler bzw. Düse).

Messwerterfassung alternativ durch:

Absolutdrucksensor Pn020	Messung des Absolutdrucks am Eingang des Primär-Elements mit einem Absolutdrucksensor (Pn020 enthält die Nummer des Datensatzes zur Linearisierung des Absolutdruck-Sensors)
Relativdrucksensor Pn020	Der Absolutdruck wird berechnet (siehe Rechenwert), indem man am Eingang des Primär-Elements den Relativdruck misst und diesen zum zentral gemessenen Umgebungs-Absolutdruck (= System-Absolutdruck) addiert.
Konstante Pn021	Eingabe des Absolutdruck als Konstantwert in Pascal in Parameter Pn021, wenn Pn020 auf -1 gesetzt ist.
Rechenwert Pn024	In Pn024 kann ein beliebiger Ausdruck definiert sein, der den durch Pn020 und Pn021 ermittelten Wert überschreibt, welcher selbst als „THIS“ zur Verfügung steht. Häufig ist der Ausdruck „THIS + RPAR[0]“. Bedeutung: in Pn020 gemessener Relativdruck + System-Absolutdruck Zum System-Absolutdruck siehe Parameter S9110 bis S9114 (Abschnitt 9.7.30)

11.6.1.2 Temp

Temperatur des Gases in der Einlaufstrecke des Primär-Elements (LFE, Gaszähler bzw. Düse).

Messwerterfassung alternativ durch:

Sensor Pn030	Messung der Temperatur im Gasstrom durch Temperatursensor (Pn030 enthält die Nummer des Datensatzes zur Linearisierung des Temperatur-Sensors)
Konstante Pn031	Eingabe der Temperatur als Konstantwert in Kelvin in Parameter Pn031, wenn Pn030 auf -1 gesetzt ist

11.6.1.3 Hum

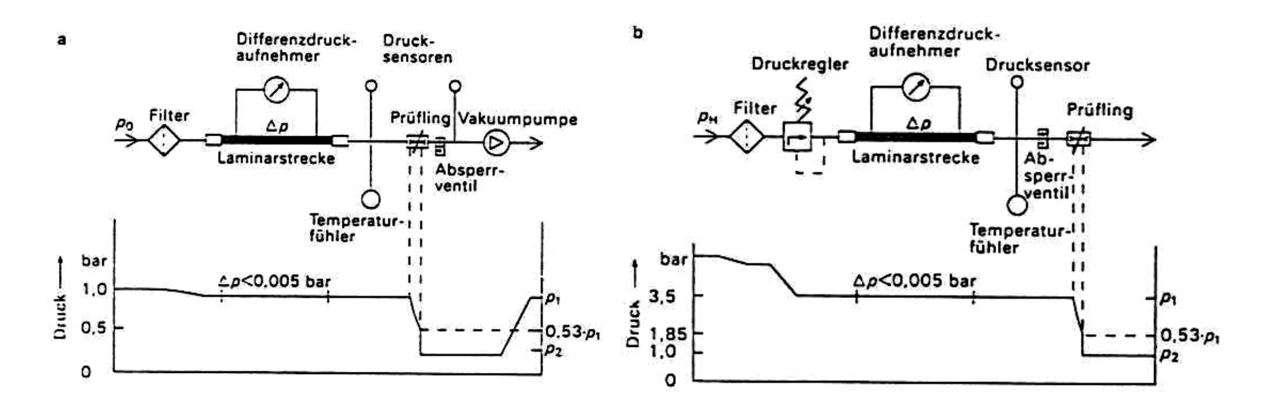
Relative Feuchte des Gases in der Einlaufstrecke des Primär-Elements (LFE, Gaszähler bzw. Düse).

Messwerterfassung alternativ durch:

Sensor Pn040	Messung der rel. Feuchte im Gasstrom durch Feuchtesensor (Pn040 enthält die Nummer des Datensatzes zur Linearisierung des Feuchte-Sensors)
Konstante Pn041	Eingabe der relativen Feuchte als Konstantwert in Parameter Pn041, wenn Pn040 auf -1 gesetzt ist
Rechenwert Pn044	In Pn044 kann ein beliebiger Ausdruck definiert sein, der den durch Pn040 und Pn041 ermittelten Wert überschreibt, welcher selbst als „THIS“ zur Verfügung steht. In seltenen Fällen kommt statt einem Sensor für die relative Feuchte z. B. ein Sensor zum Einsatz, der direkt die molare Feuchte oder eine Taupunkt-Temperatur ausgibt. Der Ausdruck in Pn044 berechnet dann die relative Feuchte, da die Durchflussrechnung diese als Eingangsgröße benötigt. Dazu stehen die Funktionen XV und RELHUM zur Verfügung, siehe Kapitel 6.3.5

11.6.2 Bezugssensoren

Es ist nicht immer möglich, das Primärelement zur Durchflussmessung (z. B. ein Laminar-Flow-Element) unter den gleichen Bedingungen (Druck, Temperatur, Feuchte) zu betreiben, wie den Prüfling. Je nach den Eigenschaften des Prüflings und dem Messziel kommen unterschiedliche Messaufbauten zum Einsatz, nachfolgend zwei Beispiele:



Druckabfall entlang der Messstrecke

a) Vakuum
b) Druck

Um den Durchfluss-Messwert auf die Bedingungen am Prüfling übertragen zu können, werden Bezugssensoren eingesetzt. Dabei wird ausgenutzt, dass der Massenstrom in nach außen dichten Abschnitten eines Rohrleitungssystems eine Erhaltungsgröße ist. Daher berechnet das LMF stets nicht nur den Volumenstrom am Primärelement sondern auch die Dichte am Eingang des Primärelements und im nächsten Schritt den Massenstrom. Mit Hilfe der Bezugsbedingungen RPab, RTem, Rhum kann die Dichte am Eingang des Prüflings berechnet werden und damit im nächsten Schritt auch der dort herrschende Volumenstrom.

Hinweis
Die Bezugsrechnung wird nur ausgeführt, wenn sie in Pn300 eingeschaltet ist!

11.6.2.1 RPab

Absolutdruck des Gases am Eingang des Prüflings

Messwerterfassung alternativ durch:

Absolutdrucksensor Pn050	Messung des Absolutdrucks am Eingang des Prüflings mit einem Absolutdrucksensor (Pn050 enthält die Nummer des Datensatzes zur Linearisierung des Absolutdruck-Sensors)
Relativdrucksensor Pn050	Der Absolutdruck wird berechnet (siehe Rechenwert), indem man am Eingang des Prüflings den Relativdruck misst und diesen zum zentral gemessenen Umgebungs-Absolutdruck (= System-Absolutdruck) addiert.
Konstante Pn051	Eingabe des Absolutdruck als Konstantwert in Pascal in Parameter Pn051, wenn Pn050 auf -1 gesetzt ist.
Rechenwert Pn054	In Pn054 kann ein beliebiger Ausdruck definiert sein, der den durch Pn050 und Pn051 ermittelten Wert überschreibt, welcher selbst als „THIS" zur Verfügung steht. Häufig ist der Ausdruck „THIS + RPAR[0]". Bedeutung: in Pn050 gemessener Relativdruck + System-Absolutdruck Zum System-Absolutdruck siehe Parameter S9110 bis S9114 (Abschnitt 9.7.30)

11.6.2.2 Rtem

Temperatur des Gases am Eingang des Prüflings.

Messwerterfassung alternativ durch:

Sensor Pn060	Messung der Temperatur im Gasstrom durch Temperatursensor (Pn060 enthält die Nummer des Datensatzes zur Linearisierung des Temperatur-Sensors)
Konstante Pn061	Eingabe der Temperatur als Konstantwert in Kelvin in Parameter Pn061, wenn Pn060 auf -1 gesetzt ist

Hinweis
Wenn man erwarten kann, dass zwischen Primärelement und Prüfling keine signifikanten Temperaturänderungen auftreten, und keine allzu großen Anforderungen an die Genauigkeit gestellt werden, kann man sich den Sensor für die Temperatur am Eingang des Prüflings sparen. In diesem Fall wird Pn060 auf den gleichen Linearisierungsdatensatz gesetzt wie der Temperatursensor am Eingang des Primärelements (Pn030).

11.6.2.3 Rhum

Relative Feuchte des Gases am Eingang des Prüflings

Messwerterfassung alternativ durch:

Sensor Pn070	Messung der rel. Feuchte im Gasstrom durch Feuchtesensor (Pn070 enthält die Nummer des Datensatzes zur Linearisierung des Feuchte-Sensors)
Konstante Pn071	Eingabe der relativen Feuchte als Konstantwert in Parameter Pn071, wenn Pn070 auf -1 gesetzt ist
Rechenwert Pn074	In Pn074 kann ein beliebiger Ausdruck definiert sein, der den durch Pn070 und Pn071 ermittelten Wert überschreibt, welcher selbst als „THIS“ zur Verfügung steht. Sehr häufig spart man sich einen zweiten Feuchtesensor und macht sich zu Nutze, dass die molare Feuchte in nach außen dichten Abschnitten eines Rohrleitungssystems eine Erhaltungsgröße ist, solange keine Kondensation, Verdampfung oder chemische Reaktion stattfindet. Siehe hierzu auch Funktionen XV und RELHUM, Kapitel 6.3.5

11.6.3 Auxiliary

Es stehen bis zu fünf Hilfseingänge zur Verfügung. Der Begriff „Hilfseingang“ ist möglicherweise etwas irreführend. Es handelt sich nicht notwendigerweise um zusätzliche elektrische Eingänge, sondern in erster Linie um eine Erweiterung der LMF-Software, mit der weitere Sensorwerte ohne vordefinierte Verwendung eingebunden werden können. Das können weitere Sensoren sein, es können aber auch die gleichen Sensoren nochmals eingebunden werden, die auch schon für die vordefinierten Verwendungen eingebunden sind. Häufige Verwendungen:

- Wenn der eigentliche Messwert durch einen Ausdruck (z. B. in Pn024) überschrieben wird, man aber zusätzlich auch den eigentlichen Messwert benötigt (z. B. um ihn im Display darzustellen), nutzt man gerne einen Hilfseingang, der auf den selben Linearisierungsdatensatz zugreift, jedoch ohne Korrektur-Ausdruck. Häufig eingesetzt bei Relativdrucksensoren, die mittels Korrekturterm in Pn024 zur Bestimmung des absoluten Messdrucks eingesetzt werden.
- Wenn man für ein und dieselbe Messaufgabe mehrere Sensoren parallel betreibt (z. B. mit unterschiedlichen Messbereichen), möchte man häufig gerne alle Sensorwerte im Display darstellen können, nicht nur den gerade verwendeten. Hier legt man gerne jeden dieser Sensoren auf einen Hilfseingang, parallel zur Verwendung für die Durchflussrechnung.
- Wenn für die Messaufgabe neben dem Durchfluss weitere Messgrößen erfasst werden sollen, und sei es auch nur für dokumentarische Zwecke, so werden die zugehörigen Sensoren auf Hilfseingänge gelegt. Beispiele: Sensoren für Weg, Kraft, Steuersignal am Prüfling, usw.

11.7 Korrekturrechnungen

Bei industriellen Messaufgaben ist häufig nicht der Durchfluss an sich interessant, sondern es geht darum mit dem Durchfluss eine bestimmt Eigenschaft des Prüflings zu bestimmen, z. B. den Durchmesser einer Öffnung. Da der Durchfluss jedoch nicht nur von dieser Eigenschaft des Prüflings abhängt, sondern auch von weiteren Einflussgrößen wie z. B. Temperatur und Umgebungsdruck, kann man die Vergleichbarkeit der Messwerte verbessern, indem man diese Einflüsse durch Korrekturrechnungen kompensiert. Dabei geht es nicht nur um die Vergleichbarkeit der Messwerte von verschiedenen Prüflingen, die an einem Tag vermessen werden, sondern insbesondere um die Langzeitstabilität. Kurz gesagt: Man benötigt einen Messwert, der nicht vom Wetter abhängt. Voraussetzung für solche Korrekturrechnungen ist, dass man das physikalische Verhalten des durchströmten Prüflings kennt und die zu kompensierenden Einflüsse modellieren kann.

11.7.1 Korrekturrechnungen des LMF

Das LMF unterstützt verschiedenen Korrekturrechnungen für verschiedene physikalische Modelle, siehe auch Pn300-Block, Abschnitt 9.8.16. Die Ergebnisse stehen in den Parametern Ry051 bis Ry054 zur Verfügung (wobei hier y für die Messkreis-Nummer steht).

Hinweis
Die Korrekturrechnungen werden nur ausgeführt, wenn in Pn300 die Bezugsrechnung eingeschaltet ist und in Pn301 ein Korrekturverfahren ausgewählt ist.

Detailinformationen zu den verschiedenen Korrekturrechnungen:

a) Schallgeschwindigkeitskorrektur (Pn301=1)
Werden Düsen mit einem überkritischen Druckverhältnis (Faustformel: Eingangsdruck = doppelter Ausgangsdruck) betrieben, so stellt sich im engsten Querschnitt der Düse die aktuelle Schallgeschwindigkeit ein, woraus folgt, dass der aktuelle Volumenstrom an einer überkritisch betriebenen Düse nur von der Schallgeschwindigkeit abhängt. Bei der Schallgeschwindigkeits-korrektur wird die Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit in erster Linie auf eine Korrektur-Temperatur (Pn303) normiert. Dies kompensiert Schwankungen des Volumenstroms auf Grund von Änderungen der aktuellen Schallgeschwindigkeit.
Korrekturfaktor für den aktuellen Volumenstrom in erster Näherung:

$$f_{korr.} = \sqrt{\frac{T_0}{T_{akt.}}}$$

Die Berechnung benötigt alle Eingangsgrößen Luftdruck (Pn302), die Temperatur (Pn303) und die Feuchte (Pn304)

b) Dichtekorrektur bei Blende mit Δp = konstant (Pn301=2, Pn305="1")
Werden Düsen unterhalb des kritischen Druckverhältnis betrieben, so verhalten sich diese wie Blenden. Für Blenden gilt folgender Zusammenhang für den aktuellen Volumenstrom:

$$\dot{V} = c \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho_{akt.}}}$$

Dieser Zusammenhang ist eine Vereinfachung, die sich aus der Bernoulli-Gleichung ableiten lässt. Aus diesem Zusammenhang erkennt man die Abhängigkeit des aktuellen Volumenstroms vom anliegenden Differenzdruck und der aktuellen Dichte. Eine niedrigere Dichte bewirkt bei gleichem Differenzdruck, d. h. der treibenden Kraft für den Volumenstrom, eine höhere Strömungsgeschwindigkeit. Hieraus folgt ein größerer aktueller Volumenstrom (= Fläche x Geschwindigkeit). Um diese Veränderung des Volumenstroms zu kompensieren wird bei Anwendung der Dichtekorrektur der Volumenstrom auf eine Korrekturdichte bei Korrekturwerten für den Luftdruck (Pn302), die Temperatur (Pn303) und die Feuchte (Pn304) normiert, und das Verhältnis der Differenzdrücke (Pn305) auf „1" gesetzt. Korrekturfaktor für den aktuellen Volumenstrom:

$$f_{korr.} = \sqrt{\frac{\rho_{akt.}}{\rho_0}}$$

c) Dichtekorrektur bei Blende mit variablen Differenzdruck (Pn301=2, Pn305="Ausdruck")
Die Dichtekorrektur bei variablem Differenzdruck verfolgt den gleichen Ansatz wie die Dichtekorrektur bei Δp = konstant. Zusätzlich wird jedoch der sich ändernde Differenzdruck auf einen Korrektur-Differenzdruck normiert. Das Verhältnis der Differenzdrücke muss dann im Ausdruck in Pn305 berechnet werden. Korrekturfaktor für den aktuellen Volumenstrom:

$$f_{korr.} = \sqrt{\frac{\rho_{akt.} \cdot \Delta p_0}{\rho_0 \cdot \Delta p_{akt.}}} = \sqrt{\frac{\rho_{akt}}{\rho_0} \cdot Ergebnis(Ausdruck)}$$

d) Viskositätskorrektur für laminare Prüflecks bei Δp = konstant (Pn301=3, Pn305="1")
Dünne Rohre (Kapillare) erzeugen bei Durchströmung mit Luft oder Gasen einen dem Durchfluss proportionalen Druckabfall. Der Durchfluss durch dieses Rohr lässt sich nach dem Gesetz von Hagen- Poiseuille in Abhängigkeit vom Differenzdruck und der aktuellen Viskosität folgendermaßen beschreiben:

$$\dot{V} = c \cdot \frac{\Delta p}{\eta}$$

Die Viskosität hängt in erste Linie von der Temperatur ab, weshalb diese auf die Korrektur-Temperatur (Pn303) normiert wird. Korrekturfaktor für den aktuellen Volumenstrom in erster Näherung:

$$f_{korr.} = \frac{\eta_{akt.}}{\eta_{0.}}$$

Die Berechnung benötigt alle Eingangsgrößen Luftdruck (Pn302), die Temperatur (Pn303) und die Feuchte (Pn304)

e) Viskositätskorrektur für laminare Prüflecks mit variablen Differenzdruck (Pn301=3, Pn305="Ausdruck")
Die Viskositätskorrektur bei variablem Differenzdruck verfolgt den gleichen Ansatz wie die Viskosität bei Δp = konstant. Zusätzlich wird jedoch der sich ändernde Differenzdruck auf einen Korrektur-Differenzdruck normiert. Das Verhältnis der Differenzdrücke muss dann im Ausdruck in Pn305 berechnet werden. Korrekturfaktor für den aktuellen Volumenstrom:

$$f_{korr.} = \frac{\eta_{akt.}}{\eta_{0.}} \cdot Ergebnis(Ausdruck)$$

f) Beliebige Korrektur (Pn301=4, Pn306="Ausdruck")
Falls die oben genannten Modelle nicht ausreichen, kann in Pn306 eine beliebige Korrektur-Formel definiert werden.

11.7.2 Beispiel: korrigierter Massenstrom

Im folgenden soll die Vorgehensweise zur Korrektur von physikalischen Effekten am Beispiel korrigierter („normierter“) Massenstrom von Luft zum einen theoretisch und zum anderen praktisch (Einstellung der entsprechenden Parameter) erläutert werden. Angewendet wird dieses Verfahren z. B. bei der Kennlinienvermessung von Regelklappen, bei denen der Massenstrom in Abhängigkeit von der Klappenstellung bei konstantem Differenzdruck über der Klappe dargestellt werden soll. Die Messung des Massenstroms erfolgt hierbei mit Hilfe des LMF unter Einsatz eines LFE als Primär-Elements.

Auf Grundlage des aktuellen Massenstroms soll mit Hilfe einer Korrekturrechnung der korrigierte Massenstrom $\dot{M}_{korr.}$ berechnet werden.
Ziel dieser Korrektur ist die Berechnung eines Massenstroms, der unabhängig von den aktuellen Umgebungsbedingungen, d. h. der aktuellen Dichte ist.
Hierzu wird zunächst eine Dichte bei Korrekturbedingungen = ρ_o definiert. Die Korrekturbedingungen sind festgelegte Werte für Luftdruck (Pn302), Temperatur (Pn303) und Feuchte (Pn304).
Auf diese Bedingungen wird der Massenstrom korrigiert.

Massenstrom für ein Stellglied mit Blendencharakteristik (z. B. Regelklappe):

Der Volumenstrom für eine Blende lässt sich mit folgendem Zusammenhang beschreiben:

$$\dot{V} = c \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho_{akt.}}}$$

wobei die Konstante c der Blendenfaktor ist, der u. a. die Blendengeometrie und ähnliches beinhaltet.
Unter der Annahme Δp = const. und nach multiplizieren mit $\rho_{akt.}$ ergibt sich für den aktuellen Massenstrom:

$$\dot{M} = c_2 \cdot \sqrt{\rho_{akt.}}$$

Aus der Abhängigkeit des Massenstroms von der aktuellen Dichte lässt sich erklären, warum ein und derselbe Prüfling an verschiedenen Tagen, je nach Wetter, d. h. aktueller Dichte, verschiedene Kennlinien liefert.

Der Massenstrom für ein Stellglied mit Blendencharakteristik bei Korrektur-Bedingungen, d. h. bei der Korrekturdichte ρ_o definiert sich als: $\dot{M}_0 = c_2 \cdot \sqrt{\rho_0}$. Ziel ist es, eine konstante Messgröße für den Massenstrom zu erhalten. Hierzu wird der korrigierte Massenstrom $\dot{M}_{korr.} = \dot{M}_0 = \dot{M} \cdot f_{korr.}$ definiert.
Einsetzen und auflösen nach $f_{korr.}$ ergibt für den Korrekturfaktor:

$$f_{korr.} = \frac{c_2 \cdot \sqrt{\rho_0}}{c_2 \cdot \sqrt{\rho_{akt.}}} = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_{akt.}}}$$

Dies ist die Korrekturfunktion, die wir aus dem vorangehenden Abschnitt Punkt b) kennen.

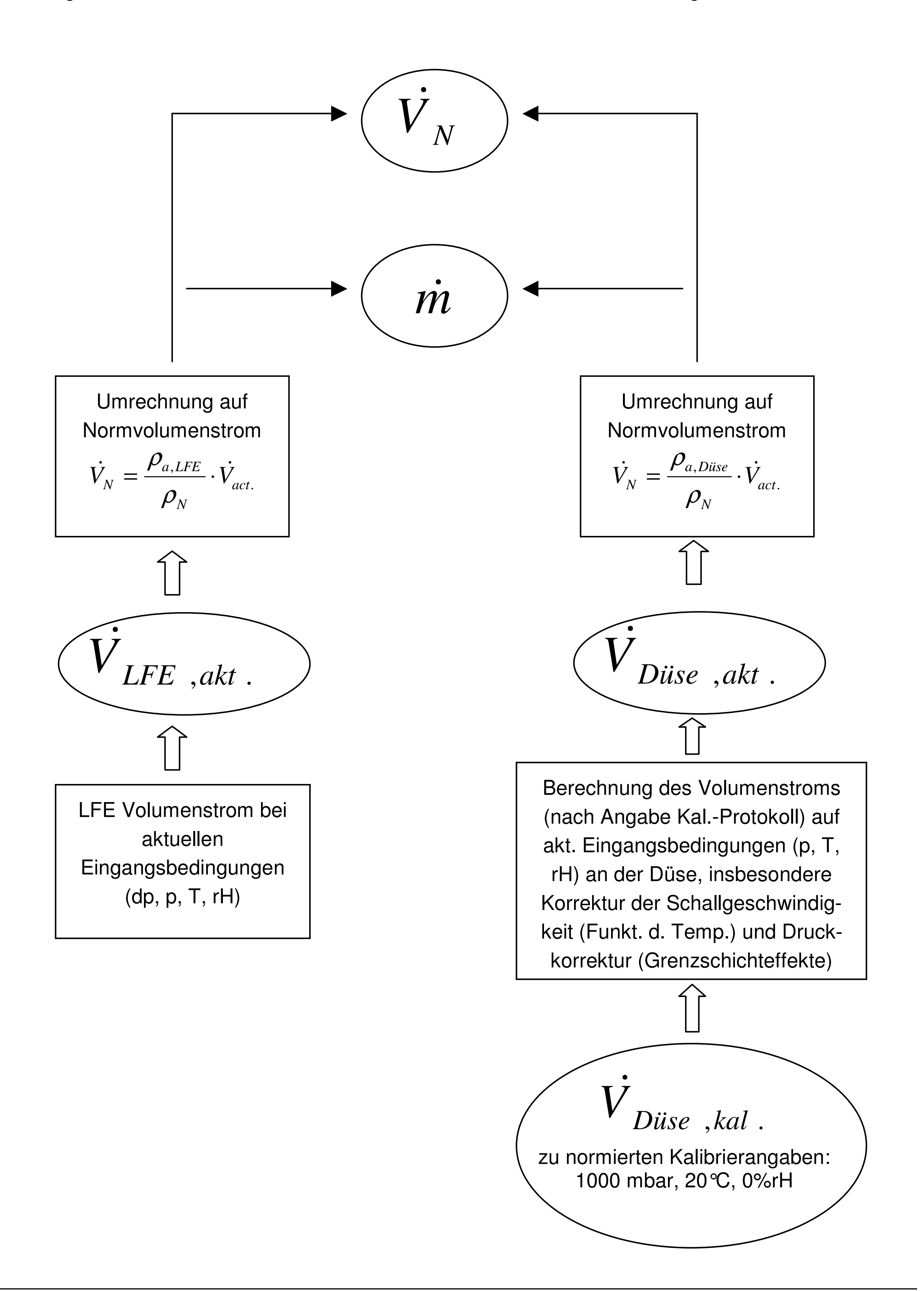
Konkretes Beispiel
Unter der Annahme, dass wir die Korrektur in Programm 0 benötigen sind folgende Parameter Einstellungen erforderlich:

P0300=1	Bezugsrechnung ist erforderlich, sonst macht die ganze Korrekturrechnung keinen Sinn
P0301=2	Korrekturrechnung für Blende
P0302=101325.0	Absolutdruck, auf den die Korrektur bezogen werden soll, in Pascal (Beispiel)
P0303=293.15	Temperatur, auf welche die Korrektur bezogen werden soll, in °K (Beispiel)
P0304=0.0	Feuchte, auf welche die Korrektur bezogen werden soll, dimensionslos (Beispiel)
P0305=“1“	Kein weiterer Korrekturfaktor

Unter der Annahme, dass wir ein System mit nur einem Messkreis haben, steht der korrigierte Massenstrom mit Parameter R0054 zur Verfügung.

11.7.3 Kalibrierung des LMF mit Hilfe von Kalibrierlecks

Eine weit verbreitete Methode zur Überprüfung der Kalibrierung eines Volumenstrom-Messgerätes ist der Vergleich mit einer überkritischen Düse. Die überkritische Düse stellt einen aktuellen Volumenstrom ein der in weiten Grenzen unabhängig von der Dichte ist. Um zwei Volumenstrom-Messeinrichtungen miteinander zu vergleichen, geht man üblicherweise über den Vergleich der Massenströme. Das folgende Schema soll einen Überblick über die Rechenschritte geben, die notwendig sind, um eine kalibrierte Düse mit den Messwerten des LMF zu vergleichen:



12 Linearisierung von Sensoren und Primär-Elementen

Die Linearisierung der Sensoren erhöht die Messgenauigkeit. Auch ist der Austausch eines linearisierten Sensors mit minimalen Abweichungen des Gesamtsystems möglich. Es genügt dann, die Linearisierungsdaten ebenfalls auszutauschen.

Davon zu unterscheiden ist die Linearisierung eines Primär-Elements. Hier geht es um die Berechnung eines Durchflusswertes. Dieser könnte im ersten Ansatz aus den (linearisierten) Sensordaten und den Angaben zur Auslegung des Primär-Elements gemäß der jeweils gültigen Theorie berechnet werden. In der Realität sind jedoch leichte Abweichungen die Regel. Diese werden bei der Kalibrierung erfasst und mittels Linearisierungspolynom korrigiert.

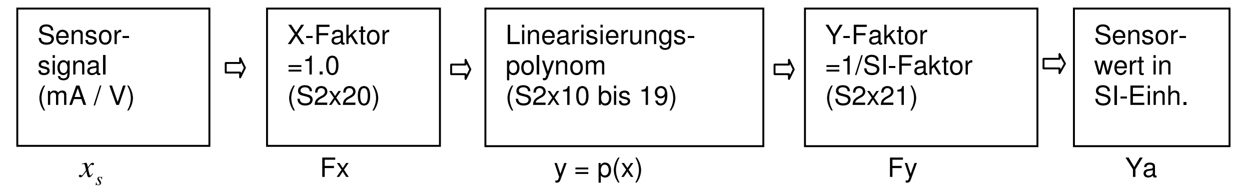
12.1 Linearisierung der Analogwert-Sensoren mit analogem oder seriellem Ausgang

Es können bis zu 20 Linearisierungs-Datensätze für analoge oder serielle Sensoren definiert werden. Dabei ist die Anzahl der Sensoren mit analogem Ausgangssignal durch Anzahl und Typ der Analog-Eingangskarten beschränkt (maximal 10 bei 5 Typ100-Karten). Normalerweise ist das LMF entsprechend der Anwendung ausgestattet und konfiguriert. Das LMF bietet drei unterschiedliche Linearisierungsmöglichkeiten:

0. Polynom-Linearisierung
1. PT100 / PT1000 Linearisierung
2. Keine Linearisierung (linear entsprechend den Rohwerten der Sensoren)

Der Zusammenhang zwischen dem Sensorsignal (Rohwert, x) und der physikalischen Größe (Messwert, y) wird im Rahmen der Kalibrierung erfasst. Jede Kalibrierstützstelle liefert ein Wertepaar (xi, yi). Die Werte xi und yi liegen in den Intervallen X und Y. Nun ist zu unterscheiden zwischen der Skalierung und der Linearisierung.
Die Skalierung ist als erstes festzulegen, da sie die Koeffizienten des Linearisierungspolynoms beeinflusst. Mit Hilfe der Skalierungsfaktoren Fx und Fy können die Werte xi und yi z. B. in das numerisch vorteilhafte Intervall [0...1] abgebildet werden. Oder man kann die Werte von den bei der Messung verwendeten Einheiten in abweichende Einheiten, z. B. SI-Einheiten umrechnen. Im Spezialfall, dass der Skalierungsfaktor den Wert 1.0 hat, bildet das Linearisierungspolynom die Rohwerte direkt auf den (korrigierten) Messwert ab.
Die Linearisierung ist der Versuch, die (skalierten) Rohwerte des Sensors mit möglichst geringem Fehler auf den physikalischen Wert abzubilden, den der Master-Sensor bei der Kalibrierung gemessen hat. Zu diesem Zweck wird mittels etablierter numerischer Verfahren das Polynom ermittelt, welches die geringsten Abweichungen zu den Kalibrierstützstellen hat (Methode der kleinsten Fehlerquadrate).

Beispiel einer Linearisierung:



Das Linearisierungspolynom p(x) für das Sensorsignal wird durch folgende Gleichung berechnet:

$$y = a_0 + a_1 x + ... + a_8 x^8 + a_9 x^9$$

Die Skalierungsfaktoren und das Linearisierungspolynom werden so verwendet, dass jeder Sensorwert x_s zunächst mit dem X-Faktor Fx multipliziert wird, dann der Funktionswert des Linearisierungspolynoms p(x) an dieser Stelle berechnet wird und dieser Funktionswert noch durch Division durch Fy in SI-Einheiten umgerechnet wird.

Hinweis

Unabhängig von der bei der Kalibrierung verwendeten Einheit oder der gewünschten Ausgabe ist die Umrechnung in SI-Einheiten zwingend, da das LMF intern ausschließlich in SI-Einheiten arbeitet. Auf eine entsprechende Wahl von Fy ist zu achten. Die Einheit für die Ausgabe wird an anderer Stelle definiert und kann beliebig gewählt werden.

Insgesamt lautet die Berechnung dann:

$$y_a = \frac{a_0 + a_1 x + ... + a_8 x^8 + a_9 x^9}{Fy}$$

Eine Liste der entsprechenden Faktoren ist im Kapitel 10 beigefügt.

Beispiel einer Sensor-Linearisierung

Sie haben das Korrektur-Polynom eines anzuschließenden Druck-Sensors vorliegen, der ein Signal von 0-10 V liefert und auf 0 - 20 mbar (entsprechend dem Druckwert) kalibriert ist. Als Eingangsgröße für die Korrekturrechnung dient der vom Sensor eingelesene Wert z. B. 0-10V. Da in diesem Beispiel dies bereits der benötigten Polynomeingangsgröße entspricht ist der X-Faktor mit 1.0 zu wählen. Als Polynomausgangsgröße erhalten Sie 0 - 20mbar. Für die Weiterverarbeitung des Sensors wird der Messwert in SI-Einheit, d. h. in Pascal benötigt. Zur Umrechnung dient der Y-Faktor, durch den der Polynomwert dividiert wird. In diesem Beispiel beträgt der Y-Faktor 1.0E-02, da 1 mbar = 100 Pa oder 1 Pa= 1.0E-02 mbar.

12.2 Linearisierung von Primär-Elementen

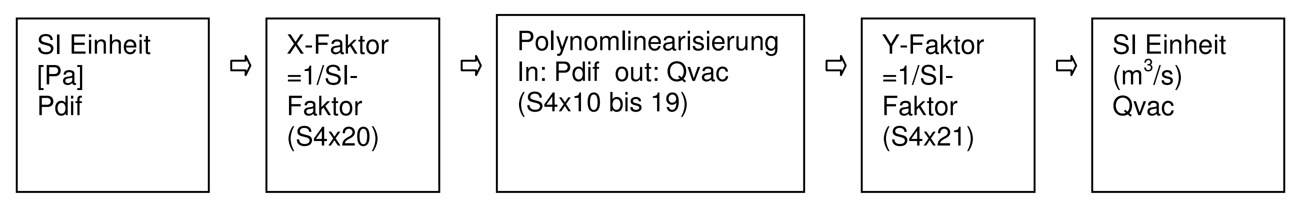
Das LMF kann bis zu 140 verschiedene Linearisierungsdatensätze für Primär-Elemente verwalten. Es unterstützt die folgenden Primär-Elementtypen (siehe Definition Parameter S4x00, Kapitel 9.7.18):

- LFE nach Hagen- Poiseuille oder Universal-Flow
- Kritische Düsen nach PTB oder CFO
- Blenden mit unterschiedlichen Druckentnahme-Anordnungen
- Staurohre/ Accutubes nach Herstellervorschrift
- Venturi-Düsen und Venturi-Rohre unterschiedlicher Ausführungen
- SAO-Düsen
- Accutubes
- Beta-Flows (Pdiff oder Polynom über Reynoldszahl)
- Gaszähler
- Massenstromsensoren (direkter Eingang)

Die Theorie dieser Primär-Elemente ist teilweise so komplex, dass deren vollständige Darstellung den Rahmen dieses Referenzhandbuchs sprengen würde. Darum soll nur kurz auf die Charakteristiken dieser Primär-Elemente eingegangen werden.

12.2.1 LFE nach Hagen- Poiseuille

Eine Linearisierung erhöht die Messgenauigkeit. Normalerweise ist das LMF entsprechend der Anwendung ausgestattet und konfiguriert. Eine Änderung z. B. der LFE Daten ist nur bei Wechsel, Verschmutzung oder Reinigung eines LFE notwendig. Die prinzipielle Vorgehensweise entspricht der in Kapitel 12.1 beschriebenen. Die Eingangsgröße bei der LFE-Linearisierung nach Hagen- Poiseuille ist z. B. der entstehende Differenzdruck. Die Ausgangsgröße ist der aktuelle Volumenstrom. Die Rechnung des LMF errechnet den Differenzdruck in Pascal. Wird eine andere Polynomeingangsskalierung verlangt wird diese mit Hilfe des X-Faktors = 1/SI-Faktor (Tabelle siehe Kapitel 10) entsprechend umgerechnet. Der Volumenstrom in der Polynomausgangsskalierung muss mit dem Y-Faktor wieder in SI-Einheit zurückskaliert werden.



Beispiel

Sie haben das Korrekturpolynom eines verwendeten LFE mit der Eingangsgröße in
0 - 8 inch Wassersäule (inWC) für den Differenzdruck und der Ausgangsgröße
0 - 150 ccm/min (entsprechend dem Durchfluss) vorliegen.

Die interne Rechnung rechnet den gemessenen Differenzdruck in der SI-Einheit Pa. Mit Hilfe des X-Faktors wird der Druck in Pa auf die nötige Polynomeingangsgröße skaliert. In diesem Beispiel beträgt der X-Faktor (S4x020=) 4,01463E-03.
Als Polynomausgangsgröße erhält man 0 - 150 cfm/min (Kubikfuß pro Minute). Für die Weiterverarbeitung wird das Ergebnis in SI-Einheit, d. h. in m3/sec benötigt. Zur Umrechnung dient der Y-Faktor. In diesem Beispiel beträgt der Y-Faktor (S4x021=) 2,11887E+03 für die Umrechnung von cfm/min nach m3/sec.

12.2.2 LFE nach Universal-Flow

Werden Laminar-Flow-Elemente bei höheren Drücken eingesetzt, so versagt die atmosphärische Kalibrierung nach Hagen-Poiseuille, da z. B. Dichte, Viskosität und Druck keine unabhängigen Variablen sind. Bei diesen Anwendungsfällen wird die Universal-Flow-Kalibrierung eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein Verfahren, bei dem die Kalibrierstützstellen zunächst in unabhängige Variablen umgerechnet werden.

12.2.3 Überkritische Düsen nach DIN EN ISO 9300

Überkritische Düsen liefern einen aktuellen Volumenstrom, der in weiten Grenzen unabhängig vom Eingangs- und Ausgangsdruck ist. Voraussetzung ist jedoch, dass die überkritischen Düsen mit einem Druckverhältnis pe/pa ≥ 2 betrieben werden. Grundlage für diesen Effekt ist, dass bei einer überkritisch betriebenen Düse im kleinsten Querschnitt die Strömung Schallgeschwindigkeit erreicht. Die Schallgeschwindigkeit hängt (indirekt) von der Temperatur ab. Um bei der Auswertung der überkritischen Düse die Temperaturabhängigkeit zu kompensieren, ist daher zusätzlich zur Druckmessung eine Temperaturmessung erforderlich.

12.2.4 Gaszähler

Bei den Kalibrierdaten für Gaszähler werden mit Hilfe des Linearisierungspolynoms Ungleichmäßigkeiten des Gaszählers ausgeglichen. Diese Ungleichmäßigkeiten beruhen z. B. auf Leckagen, Reibung, Resonanzen und Fertigungstoleranzen.

12.2.5 Blenden, Venturi-Rohre, Staurohre / Accutubes...

Bei diesen sogenannten „Quadratwurzelgeräten“ stellt sich ein Druckabfall ein, der proportional zum Quadrat des Volumenstroms ist oder anders herum, der Volumenstrom ist proportional zur Quadratwurzel des gemessenen Druckabfalls:

$$\dot{V} \sim \sqrt{\Delta p}$$

„Quadratwurzelgeräte“ lassen sich i.d.R. nur in der Messspanne 1:6 einsetzen, da der Differenzdruck andernfalls mit einer viel zu hohen (nicht mehr bezahlbaren) Genauigkeit gemessen werden muss. Eine weitere wichtige Größe beim Betrieb dieser Primär-Elemente ist die Reynoldszahl. Die Reynoldszahl charakterisiert die Strömung und wird bei der Berechnung des Volumenstroms berücksichtigt

13 Zuordnung der Sensoren und Primär-Elemente

Die Zuordnung der Sensoren und der Primär-Elemente zu den Messstrecken und Programmen soll an einem Beispiel erläutert werden.

Beispiel
Ein Doppelstrecken-Messgerät ist ausgerüstet mit 7 Sensoren und 2 LFE.

Sensor 0: Differenzdruck (Wirkdruck), Strecke 0;
Parametersatz: S2000 - S2031 für Linearisierung

Sensor 1: Absolutdruck, Strecke 0;
Parametersatz: S2100 - S2131 für Linearisierung

Sensor 2: Gastemperatur, Strecke 0;
Parametersatz: S2200 - S2231 für Linearisierung

Sensor 3: Feuchte, Strecke 0;
Parametersatz: S2300 - S3231 für Linearisierung

Sensor 4: Differenzdruck (Wirkdruck), Strecke 1;
Parametersatz: S2400 - S2431 für Linearisierung

Sensor 5: Absolutdruck, Strecke 1;
Parametersatz: S2500 - S2531 für Linearisierung

Sensor 6: Gastemperatur, Strecke 1;
Parametersatz: S2600 - S2631 für Linearisierung

LFE 0: LFE, Strecke 0;
Parametersatz: S4000 – S4022 für Linearisierung

LFE 1: LFE, Strecke 1;
Parametersatz: S4100 – S4122 für Linearisierung

Zuerst wird den Messkreisen (Strecke 0 oder Strecke 1) ein Programm zugeordnet:

S1000 = 0
S1001 = 4

Strecke 0 wird somit mit Messprogramm 0 ausgewertet, Strecke 1 wird mit Messprogramm 4 ausgewertet.

Jedes Messprogramm benötigt nun die verschieden Eingangsgrößen für die Durchflussberechnung.

Programm 0:

P0000 = 0; in Programm wird das in Parametersatz P4000 bis P4022 definierte Primär-Element ausgewertet
P0010 = 0; in Programm 0 wird zur Differenzdruckmessung Sensor 0 verwendet
P0020 = 1; in Programm 0 wird zur Absolutdruckmessung Sensor 1 verwendet
P0030 = 2; in Programm 0 wird zur Temperaturmessung Sensor 2 verwendet
P0040 = 3; in Programm 0 wird zur Feuchtemessung Sensor 3 verwendet
P0050 = -1; in Programm 0 wird für den absoluten Bezugsdruck der Festwert aus P0051 verwendet
P0060 = -1; in Programm 0 wird für die Bezugstemperatur der Festwert aus P0061 verwendet
P0070 = -1; in Programm 0 wird für die Bezugsfeuchte der Festwert aus P0071 verwendet

Programm 4:

P4000 = 1; in Programm 4 wird das in Parametersatz P4100 bis P4122 definierte Primär-Element ausgewertet
P4010 = 4; in Programm 4 wird zur Differenzdruckmessung Sensor 4 verwendet
P4020 = 5; in Programm 4 wird zur Absolutdruckmessung Sensor 5 verwendet
P4030 = 6; in Programm 4 wird zur Temperaturmessung Sensor 6 verwendet
P4040 = -1; in Programm 4 wird für die Feuchte der Festwert aus P4041 verwendet
P4050 = -1; in Programm 4 wird für den absoluten Bezugsdruck der Festwert aus P4051 verwendet
P4060 = -1; in Programm 4 wird für die Bezugstemperatur der Festwert aus P4061 verwendet
P4070 = -1; in Programm 4 wird für die Bezugsfeuchte der Festwert aus P4071 verwendet

Damit ist die Grundkonfiguration für jedes der beiden Messprogramme vorgegeben und es werden die gewünschten Sensoren für die Messung berücksichtigt.
Es bleibt nun im nächsten Schritt das Fine Tuning:
Einheiten, Kommastelle, Messgrößen usw. müssen für die Display Darstellung konfiguriert werden.

14 Mess- und Korrekturverfahren

Eine weit verbreitete Messmethode für die Messung von Spalt-, Ringspalt-, Düsen-, Öffnungs- und Blendengeometrien ist die Durchströmung mit Luft und die Messung des Volumen- oder Massenstromes. Es wird angenommen, dass sich der Prüfling wie eine mehr oder weniger gute kritisch durchströmte Düse verhält. Dabei muss zwischen drei Messanordnungen unterschieden werden.

Methode 1:

Der Prüfling wird mit Druckluft (meist ca. 2.5 bar Überdruck) beaufschlagt. Die abströmende Luft ***nach*** dem Prüfling mittels LFE gemessen. Der Volumenstrom durch den Prüfling ist von folgenden Größen abhängig:

* Absolutdruck vor dem Prüfling (annähernd proportional).
* Temperatur der Prüfluft (proportional zur Quadratwurzel aus der absoluten Temperatur).
* Absolutdruck auf der Auslassseite (Atmosphärendruck), die Abhängigkeit ist annähernd umgekehrt proportional.

Um die Schwankungen des atmosphärischen Drucks auszugleichen, muss deshalb der Volumenstrom auf der Auslassseite des Prüflings auf Normbedingungen umgerechnet werden, d. h. der Normvolumenstrom muss bewertet werden.

Bei stark schwankendem Vordruck muss außerdem der Absolutdruck vor dem Prüfling erfasst werden für eine Vordruck-Korrektur. Die Temperatur der Prüfluft kann ebenfalls von der Luft, die das LFE durchströmt, abweichen. Die Prüflufttemperatur kann deshalb mit einem zusätzlichen Temperatursensor erfasst werden.

Das LFE wird bei dieser Anordnung u. U. von Staub, Spänen, Abrieb und Öl aus dem Prüfling verschmutzt. Der Einbau eines Filters ist sehr zu empfehlen.

Methode 2:

Der Prüfling wird mit Druckluft (meist ca. 2.5 bar Überdruck zur Einhaltung des kritischen Druckverhältnisses) beaufschlagt. Der Volumenstrom ***vor*** dem Prüfling wird mittels LFE gemessen. Zur Bewertung muss der Volumenstrom herangezogen werden.
Der Volumenstrom vor dem Prüfling ist von folgenden Größen abhängig:

* Temperatur der Prüfluft (proportional zur Quadratwurzel aus der absoluten Temperatur).

* Er ist wenig abhängig vom Absolutdruck der Prüfluft (eine ideale kritisch durchströmte Düse würde den Volumenstrom unabhängig vom Vordruck einstellen) und sehr wenig abhängig vom Auslassdruck (dem atmosphärischen Druck).

Das LFE kann bei dieser Methode mit garantiert trockener, öl- und staubfreier Luft betrieben werden.

Methode 3:

Der Prüfling wird an eine Vakuumpumpe angeschlossen. Der Volumenstrom vor dem Prüfling (Ansaugung aus der Atmosphäre) wird mittels LFE gemessen. Bei dieser Messmethode wird ebenfalls der Volumenstrom bewertet.
Der Volumenstrom vor dem Prüfling ist von folgenden Größen abhängig:

- Temperatur der Prüfluft (proportional zur Quadratwurzel aus der absoluten Temperatur)

- Er ist wenig abhängig vom Absolutdruck der Prüfluft, bei dieser Anordnung der atmosphärische Luftdruck. Eine überkritisch durchströmte Düse würde den Volumenstrom fast unabhängig vom Vordruck einstellen. Er ist sehr wenig abhängig vom Saugdruck der Vakuumpumpe, sofern das kritische Druckverhältnis eingehalten wird.

Auch hier kann das LFE nicht durch die Prüflinge verschmutzt werden. Die atmosphärische Luft sollte allerdings gefiltert werden.

Eine Korrektur der Temperaturabhängigkeit des Durchflusses durch den Prüfling ist wie bei Messmethode 2 durchzuführen.

Vor allem in der Automobilzuliefer-Industrie werden viele Stellglieder geprüft und vermessen, welche die Aufgabe haben, einen bestimmten Luft-Massenstrom einzustellen (Leerlaufsteller, E-Gasklappen, Entlüftungsventile). Deshalb werden oft in Prüfvorschriften Massenstrom-Werte vorgeschrieben.

Für die Prüfung der Geometrie, der Durchlasskennlinien etc. in der Fertigung ist allerdings gerade der Massenstrom nicht die geeignete Größe zur Beurteilung, sondern - abhängig von der Messanordnung - nur der Volumenstrom oder der Normvolumenstrom mit entsprechenden Korrekturen. Die Bewertung des Massenstromes würde bei Methode 2 und 3 die gleichen unerwünschten Abhängigkeiten des Messwertes von Prüfluft- und Umgebungsbedingungen einführen, wie die Methode 1!

Die TetraTec Instruments GmbH empfiehlt für die Messung neuer Produkte, deren Prüfvorschriften noch nicht festliegen, die Methode 3, da diese Methode den einfachsten und sichersten Messaufbau hat, die schnellste Reaktionszeit (= kürzeste Stabilisierungszeit der Strömungsverhältnisse) und die geringsten Verschmutzungsprobleme aufweist.

15 Messunsicherheitsbudget

15.1 Grundlegende Betrachtungen Qv , Qm , ρ(p , T, xv)

Die Bestimmung des aktuellen Volumenstroms Q_v am Prüfling erfolgt generell durch die Messung des aktuellen Volumenstroms am Vergleichsnormal (Master) und Umrechnung über das Dichteverhältnis (Dichte ρ) auf die Bedingungen am Prüfling.

$$Q_{v,Prüfling} = Q_{v,Master} \cdot \frac{\rho_{Master}}{\rho_{Prüfling}}$$

Die Messgröße Massenstrom (Q_m) berechnet sich als das Produkt aus aktuellem Volumenstrom und Dichte und ist an jedem Punkt des Messsystems gleich

$$Q_{m,Prüfling} = Q_{m,Master} = Q_{v,Master} \cdot \rho_{Master}$$

Die Auswirkung der Fehlerfortpflanzung durch die relative Messunsicherheit der einzelnen Messgrößen wird nach ISO/TR 5168 durch die Standardabweichung ermittelt.

$$u_{ges,std} = \sqrt{\sum_i u_i^2}$$

Die erweiterte Messunsicherheit u_{ges}, die sich aus der relativen Standard-Messunsicherheit $u_{ges,std}$ durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor k = 2 ergibt, entspricht dem Intervall, in dem der Messwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% liegt. Die kleinste angebbare erweiterte Messunsicherheit der Vergleichsmessung ist identisch mit dieser erweiterten Standardmessunsicherheit. In der Standard-Messunsicherheit eines Prüflings ist ein zusätzlicher Beitrag zu berücksichtigen, der die Streuungen des Prüflings, bzw. der Kalibrierergebnisse beschreibt.

Ausschlaggebend für die Messunsicherheit der Vergleichsmessung ist zunächst die Unsicherheit bei der Bestimmung des aktuellen Volumenstroms am Vergleichsnormal. Hinzu kommt die Unsicherheit bei der Bestimmung des Dichteverhältnisses zwischen Vergleichsnormal und Prüfling (für Messgröße aktueller Volumenstrom), bzw. bei der Bestimmung der Dichte am Vergleichsnormal (für Messgröße Massenstrom) aus den Messgrößen relative Luftfeuchtigkeit sowie Absolutdruck und Temperatur am Vergleichsnormal bzw. Prüfling.

15.2 Durch Leckagen im Messaufbau verursachter Messunsicherheitsanteil

Im Vorfeld jeder Vergleichsmessung ist durch eine Dichtheitsprüfung (Druckabfallprüfung) sicherzustellen, dass der maximale Fehler durch Leckagen im Messaufbau unterhalb eines festgelegten Wertes bleibt.
Beträgt das Volumen des Messaufbaus V, der Prüfdruck bei Dichtheitsprüfung p und der kleinste zu kalibrierende Durchfluss $Q_{\min}$, so beträgt für eine Unsicherheit u_L der maximal zulässige Druckabfall im Messaufbau

$$\frac{dp}{dt} \leq u_L \cdot Q_{\min} \cdot \frac{p}{V}$$

$$u_L = \frac{Q_L}{Q_{\min}} \leq 0{,}1\%$$

15.3 Messunsicherheiten bei Vergleichsmessungen mit Laminar-Flow-Elementen:

Die erweiterte Standard-Messunsicherheit der Vergleichsnormale wird durch die Kalibrierung in einer auf die Physikalisch-Technische Bundesanstalt rückführbaren Messkette festgelegt. Die Berechnung des aktuellen Volumenstroms am Prüfling bei Vergleichsmessung gegen Laminar-Flow-Elemente erfolgt nach folgender Messkette (Hagen-Poiseuille Gesetz und Massenerhaltung / Kontinuitätsgesetz):

$$Q_{vol,Prüfling} = Q_{cal,LFE}(dp) \cdot \frac{\eta_{cal}}{\eta_{aktuell}} \cdot \frac{\rho_{LFE}}{\rho_{Prüfling}}$$

Die Messunsicherheit bei der Vergleichsmessung gegen Laminar-Flow-Elemente setzt sich also aus folgenden Faktoren zusammen:

- Messunsicherheit u_{Kal} des Vergleichsnormals bei seiner Kalibrierung, typischerweise
  $u_{Kal} = 0{,}325\% v.M.$ (Hälfte der erweiterten Messunsicherheit von typischerweise 0,65%)
- Messunsicherheit u_{dp} für die Messung des Differenzdrucks am LFE.
  Für die Messung des Differenzdrucks am LFE wird sowohl bei der Werkskalibrierung als auch bei externer Vergleichsmessung der gleiche Differenzdrucksensor eingesetzt, so dass nicht unbedingt dessen absolute Genauigkeit maßgeblich wird, sondern nur die Reproduzierbarkeit der Messwerte. Zusätzlich ist die Unsicherheit durch thermische und Langzeitdrift des Sensors zu berücksichtigen. Typische Werte in der Spanne 2 – 25 hPa:
  relative Messunsicherheit $u_{dp} = 0{,}15\% v.M.$
  thermische Unsicherheit: $u_t = 0{,}02\% v.M./°C$
  Nullpunktdrift des Sensors: $u_N = 0{,}05\% v.E.$

- Messunsicherheit $u\eta$ für das Viskositätsverhältnis bei der Umrechnung von Kalibrierbedingungen auf aktuelle Bedingungen bei der Vergleichsmessung, typischerweise
  $u_\eta = 0{,}056\%$
- Messunsicherheit $u\rho$ für das Dichteverhältnis. Darin gehen in der Hauptsache die Genauigkeiten der Absolutdruck- und Temperaturmessung, sowie bei Luft auch die Feuchte bei der Umrechnung von Bedingungen am Vergleichsnormal auf Bedingungen am Prüfling ein, typischerweise
  $u_\rho = 0{,}14\%$ für Massenstrom
  $u_\rho = 0{,}12\%$ für Volumenstrom
- Messunsicherheit u_{LFE} für die Vergleichsmessung mit Laminar-Flow-Elementen. Dieser Unsicherheitsanteil umfasst die Standardabweichung der Kalibrierpunkte bezüglich der Polynom-Linearisierung, sowie eine Abschätzung des kurz- und langzeitlichen Driftverhaltens zwischen den Vergleichsmessungen. Der Wert ist zunächst festgesetzt und wird langfristig anhand von historischen Daten angepasst.
  $u_{LFE} = 0{,}15\%$

Für die erweiterte Gesamt-Messunsicherheit gilt damit:

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{u_{Kal}^2 + u_{dp}^2 + u_\eta^2 + u_\rho^2 + u_t^2 + u_L^2 + u_{LFE}^2} + 2 \cdot u_N$$

Dies ergibt am Beispiel für den Volumenstrom:

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{0{,}325^2 + 0{,}15^2 + 0{,}056^2 + 0{,}12^2 + 0{,}02^2 + 0{,}1^2 + 0{,}15^2} + 2 \cdot 0{,}05\% v.E.$$
$$= 0{,}85\% v.M. + 0{,}1\% v.E.$$

und für den Massestrom im schlechtesten Fall (f. feuchte Luft):

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{0{,}325^2 + 0{,}15^2 + 0{,}056^2 + 0{,}14^2 + 0{,}02^2 + 0{,}1^2 + 0{,}15^2} + 2 \cdot 0{,}05\% v.E.$$
$$= 0{,}86\% v.M. + 0{,}1\% v.E.$$

15.4 Messunsicherheiten bei Vergleichsmessungen mit Blenden:

Die erweiterte Standard-Messunsicherheit der Vergleichsnormale wird durch die Kalibrierung in einer auf die Physikalisch-Technische Bundesanstalt rückführbaren Messkette festgelegt. Die Berechnung des aktuellen Volumenstroms am Prüfling bei Vergleichsmessung gegen Blenden erfolgt nach folgender Messkette (Bernoulli Gesetz und Massenerhaltung / Kontinuitätsgesetz):

$$Q_{vol,uut} = \sqrt{dp \cdot \rho_{uut}} \cdot \frac{C_{cal}(\mathrm{Re})}{\rho_{uut}}$$

Die Messunsicherheit bei der Vergleichsmessung gegen Blenden setzt sich also aus folgenden Faktoren zusammen:

- Messunsicherheit u_{Kal} des Vergleichsnormals bei seiner Kalibrierung , typischerweise
  $u_{Kal} = 0{,}325\% v.M.$ (Hälfte der erweiterten Messunsicherheit von typischerweise 0,65%)
- Messunsicherheit u_{dp} für die Messung des Differenzdrucks an Blenden
  Für die Messung des Differenzdrucks an Blenden wird sowohl bei der Werkskalibrierung als auch bei externer Vergleichsmessung der gleiche Differenzdrucksensor eingesetzt, so dass nicht unbedingt dessen absolute Genauigkeit maßgeblich wird, sondern nur die Reproduzierbarkeit der Messwerte. Zusätzlich ist die Unsicherheit durch thermische und Langzeitdrift des Sensors zu berücksichtigen. Typische Werte in der Spanne 2 – 25 hPa:
  relative Messunsicherheit $u_{dp} = 0{,}15\% v.M.$
  thermische Unsicherheit: $u_L = 0{,}02\% v.M./°C$
  Nullpunktdrift des Sensors: $u_N = 0{,}05\% v.E.$
- Messunsicherheit u_η für den Reynoldszahl-Einfluss bei der Bestimmung des Durchflusskoeffizienten $C_{cal}(\mathrm{Re})$, typischerweise:
  $u_{\mathrm{Re}} = 0{,}06\%$
- Messunsicherheit u_ρ für das Dichteverhältnis. Darin gehen in der Hauptsache die Genauigkeiten der Absolutdruck- und Temperaturmessung, sowie bei Luft auch die Feuchte bei der Umrechnung von Bedingungen am Vergleichsnormal auf Bedingungen am Prüfling ein, typischerweise
  $u_\rho = 0{,}14\%$ für Massen- und Volumenstrom
- Messunsicherheit u_{OR} für die Vergleichsmessung mit Blenden. Dieser Unsicherheitsanteil umfasst die Standardabweichung der Kalibrierpunkte bezüglich der Polynom Linearisierung, sowie eine Abschätzung des kurz- und langzeitlichen Driftverhaltens zwischen den Vergleichsmessungen. Der Wert ist zunächst festgesetzt und wird langfristig anhand von historischen Daten angepasst.
  $u_{OR} = 0{,}15\%$

Für die erweiterte Gesamt-Messunsicherheit gilt damit:

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{u_{Kal}^2 + 0{,}5 \cdot u_{dp}^2 + u_{\mathrm{Re}}^2 + 0{,}5 \cdot u_\rho^2 + u_L^2 + u_{OR}^2} + 2 \cdot u_N$$

Dies ergibt am Beispiel für den Massen- und Volumenstrom:

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{0{,}325^2 + 0{,}5 \cdot 0{,}15^2 + 0{,}06^2 + 0{,}5 \cdot 0{,}14^2 + 0{,}02^2 + 0{,}15^2} + 2 \cdot 0{,}05\% v.E.$$
$$= 0{,}76\% v.M. + 0{,}1\% v.E.$$

15.5 Messunsicherheiten bei Vergleichsmessungen mit kritischen Düsen:

Die erweiterte Standard-Messunsicherheit der Vergleichsnormale wird durch die Kalibrierung in einer auf die Physikalisch-Technische Bundesanstalt rückführbaren Messkette festgelegt. Die Berechnung des aktuellen Volumenstroms am Prüfling bei Vergleichsmessung gegen kritische Düsen (CFO) erfolgt nach folgender Messkette (Schallgeschwindigkeits-Gesetz und Massenerhaltung / Kontinuitätsgesetz):

$$Q_{vol,\Pr üfling} = Q_{vol,CFO} \cdot \frac{\rho_{CFO}}{\rho_{\Pr üfling}} = F(c(T)) \cdot \frac{\rho_{CFO}}{\rho_{\Pr üfling}}$$

Die Messunsicherheit bei der Vergleichsmessung gegen kritische Düsen (CFO) setzt sich also aus folgenden Faktoren zusammen:

- Messunsicherheit u_{Kal} des Vergleichsnormals bei seiner Kalibrierung, typischerweise $u_{Kal} = 0{,}325\% v.M.$ (Hälfte der erweiterten Messunsicherheit von typischerweise 0,65%)
- Messunsicherheit u_c für die Schallgeschwindigkeitsabhängigkeit von der Temperatur, typischerweise
  $u_c = 0{,}06\%$
- Messunsicherheit u_ρ für das Dichteverhältnis. Darin gehen in der Hauptsache die Genauigkeiten der Absolutdruck- und Temperaturmessung, sowie bei Luft auch die Feuchte bei der Umrechnung von Bedingungen am Vergleichsnormal auf Bedingungen am Prüfling ein, typischerweise
  $u_\rho = 0{,}14\%$ für Massenstrom
  $u_\rho = 0{,}12\%$ für Volumenstrom
- Messunsicherheit u_{CFO} für die Vergleichsmessung mit kritische Düsen (CFO). Dieser Unsicherheitsanteil umfasst die Standardabweichung der Kalibrierpunkte bezüglich der Polynom-Linearisierung, sowie eine Abschätzung des kurz- und langzeitlichen Driftverhaltens zwischen den Vergleichsmessungen. Der Wert ist zunächst festgesetzt und wird langfristig anhand von historischen Daten angepasst.
  $u_{CFO} = 0{,}15\%$

Für die erweiterte Gesamt-Messunsicherheit gilt damit:

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{u_{Kal}^2 + u_c^2 + u_\rho^2 + u_{CFO}^2}$$

Dies ergibt am Beispiel für den Volumenstrom:

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{0{,}325^2 + 0{,}06^2 + 0{,}12^2 + 0{,}15^2} = 0{,}77\% v.M.$$

und für den Massestrom im schlechtesten Fall (f. feuchte Luft):

$$u_{ges} = 2 \cdot \sqrt{0{,}325^2 + 0{,}06^2 + 0{,}14^2 + 0{,}15^2} = 0{,}78\% v.M.$$

16 SPS-Schnittstelle

Die SPS-Schnittstelle dient der ferngesteuerten Ausführung automatischer Prüfabläufe. Dabei ist es für das **LMF** unerheblich, ob es mit einer klassischen speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), einem PC, oder mit einer Hand-Fernsteuerung kommuniziert.

Dieses Kapitel informiert Sie über:
- SPS-Betriebsarten (Abschnitt 16.1)
- Übersicht über Prüfschritte und Abläufe (Abschnitt 16.2)
- Detailinfos zu den einzelnen Prüfschritten (Abschnitt 16.3)
- Übersicht und Erläuterung der zur Steuerung verwendeten Signale (Abschnitt 16.4)
- Belegung der Schnittstelle (Zuordnung der Signale, Abschnitt 16.5)
- Schematische Signalverläufe (Abschnitt 16.6)

16.1 SPS-Betriebsarten

Der automatische SPS-Betrieb ist eine Spezial-Betriebsart. Neben dem automatischen Ablauf ist auch ein Schrittbetrieb möglich. Die Betriebsart ist durch die Werte der Parameter S0001 (Schrittbetrieb) und S0010 (SPS-Betrieb) festgelegt:

S0001	S0010	Bedeutung/Verwendung
0	0	Standard-Betriebsart des LMF ohne SPS, z. B. für Kalibrierung der Sensoren
0	15	Automatischer SPS-Modus
1	0	Standard-Betriebsart im Schrittbetrieb, nur zum Debuggen
1	15	Manueller SPS-Modus, Schrittbetrieb

16.2 Übersicht über Prüfschritte und Abläufe

Die Prüfabläufe sind in einzelne Prüfschritte gegliedert, die teilweise automatisch oder abhängig von Parameter-Einstellungen, Ereignissen oder Signalen auf einander folgen. Beispielsweise können Sie einen Prüfling mehrmals hintereinander ohne Deadaption und erneute Adaption prüfen, um das Einlauf-Verhalten des Prüflings zu berücksichtigen. Oder um den Prüfling nacheinander verschiedenen Prüfungen zu unterziehen, wobei für jede Prüfung automatisch ein anderes Prüfprogramm gewählt wird. Außerdem können Sie überwachen, wie viele NOK-Teile aufeinander folgen und ggf. ein Sperr-Signal auswerten, z. B. um die Produktion zu stoppen.
Diese Möglichkeiten werden mit den folgenden Parametern eingestellt:

S0011	Anzahl der Durchläufe mit einem Prüfling
S0012	Programmweiterschaltung (wenn S0011>1), erlaubt nacheinander verschiedene Prüfungen mit einem Prüfling
S0013	Zähler NOK; löst Sperre aus, wenn n aufeinanderfolgende Teile NOK sind.

Standard-Prüfablauf
Wenn jeder Prüfling nur einmal geprüft wird und keine Sperre aktiv wird, sieht der Ablauf typischerweise aus wie folgt:
- Warten auf SPS-Start
- Programm wählen
- Vorfüllen
- Füllen
- Beruhigen
- Messen (mit kontinuierlicher Überwachung des Prüfdrucks)
- Ergebnis auswerten
- Ergebnis auf Anzeige anzeigen
- Lüften
- Ergebnis digital ausgeben
- Warten auf Wegnahme SPS-Start

Mehrere Prüfdurchläufe mit einem Prüfling
Optional können mit einem Prüfling mehrere Prüfdurchläufe durchgeführt werden (ohne Deadaption, ohne Unterbrechung der ggf. vorhandenen Regelung), wobei folgender Ablauf eingehalten wird (Zwischenschritte zur Ergebnisbehandlung sind nicht aufgeführt):

- Programm wählen
- Vorfüllen
- Füllen
- Beruhigen
- Messen
- Fallunterscheidung
  - Der eben durchgeführte Durchlauf war nicht der letzte Durchlauf: zurück zu „Vorfüllen“, nächster Durchlauf.
  - Der eben durchgeführte Durchlauf war der letzte Durchlauf: weiter mit „Entlüften“.
- Lüften

Die Anzahl der Durchläufe ist in Parameter S0011 festgelegt.

Automatische Programmweiterschaltung bei mehreren Prüfdurchläufen
Nur möglich bei Einfachstreckensystemen.
Wenn mittels S0011>1 mehrere Prüfdurchläufe parametriert sind, besteht die Möglichkeit, die Programmnummer bei jedem Durchlauf um 1 zu erhöhen:

- Erster Durchlauf: Startprogramm, wie bei SPS-Start vorgegeben.
- Zweiter Durchlauf: Startprogramm + 1
- Usw.

Die Programmweiterschaltung wird begrenzt durch die Parameter S1010 (niedrigste gültige Programmnummer Messkreis 0) und S1020 (höchste gültige Programmnummer Messkreis 0). Die Programmweiterschaltung wird durch S0012=1 aktiviert.

16.3 Detailinfos zu den einzelnen Prüfschritten

16.3.1 Warten auf SPS-Start

Ist das Gerät startbereit, so erscheint der Hinweis „Poll“ unten rechts auf dem Display. Das Signal „Bereit“ ist dann gesetzt.
Ist der NOK-Zähler gesetzt, und sind zuvor zu viele Prüflinge als schlecht erkannt worden, (Parameter S0013 Vorgabe), so erscheint statt dessen die Meldung "Lock". Dies führt zur Sperre, die explizit quittiert werden muss. Bei automatischem Betrieb erfolgt dies durch den Eingang "Quittieren", bei manuellem Betrieb durch das Drücken der STOP-Taste. Erst nach Aufheben der Sperre wird das Signal „Bereit“ gesetzt.

Der SPS -Ablauf wird gestartet durch:
- SPS-Startsignal bei automatischem Betrieb
- START-Taste bei SPS-Schrittbetrieb

Sollten durch einen vorhergehenden Test noch Ergebnis-Signale anstehen, so werden diese sofort nach dem neuen Testbeginn zurückgesetzt. Mit einer minimalen Verzögerung ist dabei zu rechnen.

Bei automatischem Betrieb wird nun der SPS-Ablauf nach den im Parametersatz vorgegebenen Zeiten ausgeführt. Beim Doppelstreckengerät werden die Schritte asynchron gewechselt und jede Strecke kann die Prüfschritte mit autonomen Zeiten durchlaufen. Erst am Ende des Prüfablaufes wird solange gewartet bis die länger laufende Strecke ebenso die Prüfung beendet hat. Erst dann wird das Signal „Ende“ ausgegeben.

Beim Schrittbetrieb wird solange in jedem Prüfabschnitt verharrt, bis der nächste Schritt durch Drücken der START-Taste angefordert wird.

Hinweis
Das Signal „SPS-Start“ muss während des ganzen Prüfablaufs bis zum Prüfende anliegen. Die vorzeitige Rücknahme wird als Stopsignal interpretiert. Im manuellen SPS-Schrittbetrieb ist das Halten der Starttaste nicht notwendig.

16.3.2 Programmauswahl

Automatikbetrieb:
Bei automatischem SPS-Betrieb wird das Programm gemäß den angewählten bitcodierten Programmeingängen 0 bis 3 eingelesen. Ein Signal muss gesetzt sein! Sind alle Eingänge deaktiviert, so wird das als Nichtbereitschaft, Fehler: "No Program Defined" interpretiert.

Digitales Signal an Programmeingängen 0-3:	Programmzuordnung LMF	Erstes Programm bei Doppelstrecke	Zweites Programm bei Doppelstrecke
0 0 0 0	Ungültig	Ungültig	Ungültig
1 0 0 0	0	0	1
0 1 0 0	1	Ungültig	Ungültig
1 1 0 0	2	2	3
0 0 1 0	3	Ungültig	Ungültig
1 0 1 0	4	4	5
0 1 1 0	5	Ungültig	Ungültig
1 1 1 0	6	6	7
0 0 0 1	7	Ungültig	Ungültig
1 0 0 1	8	8	9
0 1 0 1	9	Ungültig	Ungültig
1 1 0 1 ... 1 1 1 1	Ungültig	Ungültig	Ungültig

Tabelle 83. Digitale Programmeingabe

Bei gültiger Programmwahl wird das angewählte Programm in der unteren Zeile der Anzeige dargestellt. Eine Wartezeit ist für diesen Schritt nicht erforderlich und daher auch nicht parametrierbar.

Bei ungültiger Programmwahl erscheint eine Fehlermeldung im Display. Der schematische Signalverlauf ist für diesen Fall in Abschnitt 16.6.2.1 erläutert.
Ein "Lock" wird durch diesen Fehler nicht ausgelöst. Die Bereitschaft ist also sofort nach dem Stopsignal wieder hergestellt.

Programmauswahl bei Schrittbetrieb
Bei manuellem Betrieb erfolgt die Programmauswahl aus der Parameterliste (S1000 sowie zusätzlich bei Doppelstreckenversion S1001).

16.3.3 Vorfüllen

Während dem Füllen wird das Signal "Füllen" gesetzt. Der Druck wird eingeregelt.
Unten links wird das ausgewählte Programm angezeigt, rechts der Hinweis "Pfil".

Die Dauer der Phase „Vorfüllen“ ist durch den Parameter Pn710 festgelegt. Die Phase „Füllen“ kann ebenso wie die Phase „Ergebnis anzeigen“ vorzeitig vor Ablauf der jeweiligen Wartezeit durch ein Signal „Go“ beendet werden. Dies kann z. B. sinnvoll sein, wenn die Phase „Füllen“ durch ein Ereignis beendet werden soll, welches von der übergeordneten Steuerung ausgewertet wird.
Wenn die Wartezeit auf 0 gesetzt ist oder bereits abgelaufen ist, hat das Signal „Go“ keine Wirkung.

16.3.4 Füllen

Während dem Füllen wird das Signal "Füllen" gesetzt. Der Druck wird eingeregelt.
Unten links wird das ausgewählte Programm angezeigt, rechts der Hinweis "Fill".

Die Dauer der Phase „Füllen“ ist durch den Parameter Pn711 festgelegt. Die Phase „Füllen“ kann ebenso wie die Phase „Ergebnis anzeigen“ vorzeitig vor Ablauf der jeweiligen Wartezeit durch ein Signal „Go“ beendet werden. Dies kann z. B. sinnvoll sein, wenn die Phase „Füllen“ durch ein Ereignis beendet werden soll, welches von der übergeordneten Steuerung ausgewertet wird.
Wenn die Wartezeit auf 0 gesetzt ist oder bereits abgelaufen ist, hat das Signal „Go“ keine Wirkung.

Nach Ablauf der Phase „Füllen“ wird das Signal „Füllen“ zurückgenommen.

16.3.5 Beruhigen

Anzeige wie oben, nur mit dem Hinweis "Calm" rechts unten.
Signal "Beruhigen" gesetzt.

Die Dauer der Phase „Beruhigen“ ist durch den Parameter Pn712 festgelegt.

Nach Ablauf der Phase „Beruhigen“ wird das Signal „Beruhigen“ zurückgenommen.

16.3.6 Messen

Signal „Messen“ gesetzt.

Die Dauer der Phase „Messen ist durch den Parameter Pn701 festgelegt.

Angezeigt werden üblicherweise die Messgröße, die für die Beurteilung des Prüflings relevant ist, sowie der Prüfdruck und die Messzeit.
Der Prüfdruck wird kontinuierlich überwacht. Liegt der Prüfdruck außerhalb des Wertebereichs, der durch die Parameter Pn512 und Pn513 festgelegt ist, wird die Messung abgebrochen. Auch wenn ein Sensorfehler auftritt, wird die Messung abgebrochen.

Wird bei einem Gerät mit Doppelstrecke die Messung auf einem Messkreis abgebrochen, wird die Messung auf dem anderen trotzdem fortgesetzt, sofern diese Messung fehlerfrei ist.

16.3.7 Ergebnis auswerten

Das Signal "Messen" bleibt noch gesetzt.

Wurde der Prüfdruck nicht erreicht, so wird üblicherweise der zuletzt nach der Beruhigungsphase erreichte Druck angezeigt.
Scheitert die Messung an einem Sensorfehler so erscheint auf der entsprechenden Anzeige die Meldung "Error" und rechts daneben die Kennung des Sensors, welcher den Fehler auslöste.
Kann die Messung korrekt durchgeführt werden, so erfolgt die Beurteilung aufgrund des durch die Parameter Pn502 und Pn503 definierten Fensters:

Möglichkeiten

- Durchflusswert innerhalb Fenster: OK
- Durchflusswert unterhalb Fenster: Low
- Durchflusswert oberhalb Fenster: High

Das Ergebnis wird ab diesem Prüfschritt bis zum nächsten Prüfablaufstart auf der Anzeige ausgegeben. Sie unterscheidet sich in der Einzelstrecken- zur Doppelstreckenversion. Zwischen den verschiedenen Anzeigen kann durch Drücken einer beliebigen Funktionstaste gewechselt werden.

16.3.8 Ergebnisse anzeigen

Die Messergebnisse sind in verschiedene Anzeigenbilder zusammengefasst. Ausgehend von der konfigurierten Standardanzeige können diese mit den Funktionstasten F1 und F3 durchgetoggelt werden. Die Bezeichnungen entsprechen den Angaben im Read-Parameterblock Ryxxx. Die Ergebnisanzeigen unterscheiden sich je nach Konfiguration und Ausstattung des System und sind hier nicht explizit aufgelistet.

Die Dauer der Ergebnisanzeige ist durch den Parameter Pn714 festgelegt. Die Phase „Ergebnisse anzeigen“ kann ebenso wie die Phase „Füllen“ vorzeitig vor Ablauf der jeweiligen Wartezeit durch ein Signal „GO“ beendet werden. Dies kann z. B. sinnvoll sein, wenn das Messergebnis manuell ausgewertet werden soll (insbesondere im Betrieb mit mehreren Durchläufen).
Wenn die Wartezeit auf 0 gesetzt ist oder bereits abgelaufen ist, hat das Signal „Go“ keine Wirkung.

Nach Ablauf der Ergebnisanzeige wird das Signal „Messen“ zurückgenommen.

16.3.9 Lüften

Das Signal "Lüften" wird gesetzt. Auf der Anzeige erscheint (bei freier unterer Anzeige) die Kennung "Vent". Es findet ein Druckausgleich statt.

Die Dauer der Phase „Lüften“ ist durch Parameter Pn713 definiert.

Nach Ablauf der Phase „Lüften“ wird das Signal „Lüften“ zurückgenommen.

16.3.10 Ergebnis digital ausgeben

Die Signalisierung entnehmen Sie bitte Abschnitt 16.6.

Bei allen Beurteilungen NOK wird der "NOK-Zähler" hochgesetzt. Bei jedem mit "OK" bewerteten Test wird der Zähler wieder zurückgesetzt. Folgen unmittelbar hintereinander so viele NOK-Prüfungen, dass der NOK-Zähler den in S0013 hinterlegten Wert erreicht, wird das Signal "Sperre" gesetzt, das dann explizit mit dem Signal "Quittung" quittiert werden muss.
Ist S0013 = 0, so ist der NOK-Zähler deaktiviert.
Das Doppelstreckengerät besitzt zwei unabhängige Zähler, aber nur einen Grenzwert (S0013).

Zum Abschluss des Prüfablaufs, ob nun regulär beendet oder abgebrochen, wird das Signal „Ende“ gesetzt.

16.3.11 Warten auf SPS-Stop

In diesem Zustand wird solange verharrt, bis ein Stopsignal (Wegnahme des Signals „SPS-Start“ bei automatischem oder Drücken der STOP-Taste bei manuellem Betrieb) empfangen wird. Die weitere Signalisierung entnehmen Sie bitte Abschnitt 16.6.

16.4 Übersicht der Signale

Sie finden die detaillierte Zuordnung der Signale zu den Pins bzw. Ports der SPS-Schnittstelle in Kapitel 16.5.

16.4.1 Steuereingänge

Signale, welche die SPS zur Durchführung des Prüfablaufs setzt:

Prog. Bit 0	Wählt die Programm-Nummer entsprechend den Angaben in Tabelle 83.
Prog. Bit 1	
Prog. Bit 2	
Prog. Bit 3	
SPS-Start	Startet den Prüfablauf. Das Wegfallen des Signals wird als Stop-Signal interpretiert (außer im manuellen Schrittbetrieb).
GO	Die Phasen “Füllen” und “Ergebnis anzeigen” können vorzeitig vor Ablauf der jeweiligen Wartezeit durch das Signal „Go“ beendet werden. Siehe auch die Anmerkungen zu den Prozesszeiten 9.8.22.
Quittung	Zur Fortsetzung nach dem Eintreten quittierpflichtiger Zustände, siehe auch nächster Abschnitt.

16.4.2 Steuerausgänge

Signale, die das LMF setzt, um quittierpflichtige Zustände anzuzeigen.

Sperre	Wenn S0013 auf einen von Null verschiedenen Wert gesetzt ist, wird die Anzahl aufeinander folgender NOK-Ereignisse überwacht, wobei es für jeden Messkreis einen eigenen NOK-Zähler gibt. Erreicht einer der NOK-Zähler den in S0013 definierten Wert, setzt das LMF das Signal Sperre. Das LMF setzt erst dann wieder ein Signal „Bereit“, wenn das Signal „Sperre“ durch das Signal „Quittung“ quittiert wurde.

16.4.3 Statusausgänge

Signale, die das LMF setzt, um der SPS den momentanen Status des Prüfablaufs mitzuteilen (in welcher Phase sich die Prüfung befindet):

Bereit	Signalisiert, dass das LMF auf das Signal SPS-Start wartet
Füllen	Signalisiert die Phase, in der die Prüfbedingungen hergestellt werden.
Beruhigen	Signalisiert die Phase, in der sich die Prüfbedingungen stabilisieren.
Messen	Signalisiert die Phase, in der die eigentliche Messung stattfindet.
Lüften	Signalisiert die Phase, in der ein Druckausgleich mit der Umgebung hergestellt wird.
Ende	Signalisiert das Ende des Prüfablaufs.

16.4.4 Ergebnisausgänge

Signale, die das LMF setzt, um der SPS das Ergebnis der zuletzt durchgeführten Prüfung mitzuteilen.

OK	Die Prüfung wurde störungsfrei beendet und der Messwert liegt im spezifizierten Wertebereich.
NOK	Der Messwert liegt außerhalb des spezifizierten Wertebereich, oder es konnte kein gültiger Messwert erfasst werden, z. B. bei zu niedrigem Prüfdruck oder bei Programm-Abbruch.
NOKL	Der Messwert liegt unterhalb des spezifizierten Wertebereichs.
POK	Der erforderliche Prüfdruck wurde während der Messung eingehalten.
keine Störung	Die Prüfung wurde störungsfrei beendet (ohne Berücksichtigung der Prüfdrucküberwachung)

16.5 Standard-Belegung der SPS-Digitalschnittstelle

Falls eine abweichende Belegung spezifiziert ist, ist diese in der „Betriebsanleitung und Systemkonfiguration“ des Gerätes dokumentiert.

Hardware- oder virtuelle SPS-Schnittstelle
Je nach Ausstattung des Gerätes wird für die Kommunikation mit der SPS entweder eine digitale Hardware-Schnittstelle oder eine virtuelle Schnittstelle via TCP/IP (Ethernet) verwendet. Die PINs bzw. Ports dieser Schnittstellen sind wie folgt bezeichnet:

DI	Digital In	Bezeichnung eines Eingangs der digitalen Schnittstelle
DO	Digital Out	Bezeichnung eines Ausgangs der digitalen Schnittstelle
NI	Network In	Als Eingang verwendeter Port der virtuellen Schnittstelle.
NO	Network Out	Als Ausgang verwendeter Port der virtuellen Schnittstelle.

Hinweis
Wenn Sie aus Gründen der galvanischen Trennung eine Hardware-Schnittstelle mit externer Versorgung der Optokoppler verwenden, müssen hierfür bestimmte Pins mit 24V versorgt werden. Beachten Sie hierfür den Schaltplan!

Eingänge

DI	NI	Funktion	Bemerkung	Stecker	Pin	Bezeichnung
			Versorgung	X50	10	24V
DI08	0		Reserve	X50	9	0
DI09	1		Reserve	X50	8	1
DI10	2		Reserve	X50	7	2
DI11	3		Reserve	X50	6	3
DI12	4		Reserve	X50	5	4
DI13	5	Go		X50	4	5
DI14	6	SPS-Start		X50	3	6
DI15	7	Quittung		X50	2	7
			Versorgung	X50	1	0V

			Versorgung	X52	10	24V
DI16	8		Reserve	X52	9	0
DI17	9	Prog. Bit 0		X52	8	1
DI18	10	Prog. Bit 1		X52	7	2
DI19	11	Prog. Bit 2		X52	6	3
DI20	12	Prog. Bit 3		X52	5	4
DI21	13		Reserve	X52	4	5
DI22	14		Reserve	X52	3	6
DI23	15		Reserve	X52	2	7
			Versorgung	X52	1	0V

Ausgänge

DO	NO	Funktion	Bemerkung	Stecker	Pin	Bezeichnung
			Versorgung	X51	10	24V
DO08	0	Messen		X51	9	0
DO09	1	NOKL		X51	8	1
DO10	2	Lüften		X51	7	2
DO11	3	Füllen		X51	6	3
DO12	4	Beruhigen		X51	5	4
DO13	5		Reserve	X51	4	5
DO14	6	Bereit		X51	3	6
DO15	7	OK		X51	2	7
			Versorgung	X51	1	0V

			Versorgung	X53	10	24V
DO16	10	NOK		X53	9	0
DO17	11	Keine Störung		X53	8	1
DO18	12	Sperre		X53	7	2
DO19	13	Ende		X53	6	3
DO20	14	POK		X53	5	4
DO21	15		Reserve	X53	4	5
DO22	16		Reserve	X53	3	6
DO23	17		Reserve	X53	2	7
			Versorgung	X53	1	0V

16.6 Schematische Signalverläufe

16.6.1 Regulärer Prüfablauf

16.6.1.1 Ablauf

SPS	LMF
	• Das LMF setzt das Signal „Bereit“ Ergebnisausgänge der vorherigen Prüfung sind noch gesetzt (außer bei erster Prüfung nach Einschalten)
• Die SPS setzt die Signale für Programmwahl	
• Die SPS setzt das Signal SPS-Start	• Die Ergebnissignale der vorherigen Prüfung werden zurückgesetzt (Reset) • Das Signal „Bereit“ wird zurückgesetzt (Reset) Der Prüfablauf beginnt. Das LMF setzt entsprechend dem aktuellen Prüfschritt die Signale: • Füllen • Beruhigen • Messen • Lüften Prüfung beendet: • Das LMF setzt die Ergebnissignale • Das LMF setzt das Signal „Ende“
	LMF wartet auf Wegnahme des Signals SPS-Start durch die SPS
• SPS nimmt Signal SPS-Start weg	
	• LMF setzt Signal „Ende“ zurück • LMF setzt Signal „Bereit“ Ergebnissignale werden nicht zurückgesetzt

16.6.1.2 Ergebnissignale

Nach einem regulären Prüfablauf ohne Störung werden folgende Ergebnissignale gesetzt

Signal	Bemerkung
Keine Störung	Wird immer gesetzt.
POK (Prüfdruck OK)	Wird immer gesetzt.
OK	Wird gesetzt, wenn die zu bewertende Messgröße innerhalb des Fenster liegt, das durch die Parameter Pn502 und Pn503 vorgegeben wird.
NOK	Wird gesetzt, wenn die zu bewertende Messgröße außerhalb des Fenster liegt, das durch die Parameter Pn502 und Pn503 vorgegeben wird. Wenn S0013 gesetzt ist, wird außerdem der Lock-Zähler inkrementiert.
NOKL	Wird (zusätzlich zu Signal NOK) gesetzt, wenn die zu bewertende Messgröße unterhalb der durch den Parameter Pn502 gegebenen Untergrenze liegt

16.6.2 Prüfabläufe mit Störung

16.6.2.1 Prüfablauf ohne korrekt gesetzte Programmeingänge

Der Prüfablauf wird unter folgenden Umständen unmittelbar nach Setzen des Signals SPS-Start abgebrochen:

- Es ist keines der Signale Prog Bit 0 bis Prog Bit 3 gesetzt

- oder -

- Die Signale Prog Bit 0 bis Prog Bit 3 codieren ein Programm, welches nicht erlaubt ist (Beispiel: alle 4 Signale sind gesetzt, dies entspricht der Wahl von Programm 14, die höchste mögliche Programmnummer ist jedoch 9)

Reaktion des LMF:

SPS	LMF
	• Das Signal NOK wird gesetzt • Das Signal keine Störung wird nicht gesetzt • Das Signal „Ende“ wird gesetzt
	LMF wartet auf Wegnahme des Signals SPS-Start durch die SPS
• SPS nimmt Signal SPS-Start weg	
	• Das Signal „Ende“ wird zurückgesetzt • Das Signal „Bereit“ wird gesetzt • Das Signal NOK bleibt gesetzt

16.6.2.2 Prüfabbruch durch die SPS

Die SPS kann jederzeit die Prüfung durch Zurücksetzen des Signals SPS-Start vorzeitig beenden

Das LMF wechselt dann sofort in die Phase Lüften.
Nach Abschluss der Phase Lüften werden folgende Signale ausgegeben:

SPS	LMF
	• Signal NOK wird gesetzt • Signal keine Störung wird nicht gesetzt • Signal „Ende“ wird kurzzeitig (für einen internen Zyklus) gesetzt • Anschließend wird sofort das Signal „Bereit“ gesetzt

Ein Prüfabbruch während der Phase Lüften durch Wegnahme des Signals SPS-Start bleibt ohne Wirkung, der weitere Ablauf und die Ausgabe der Prüfergebnisse unterscheiden sich nicht von einer regulären Prüfung, einziger Unterschied: das Signal Ende wird nur für einen internen Zyklus gesetzt, dann wird das Signal Bereit gesetzt.

16.6.2.3 Prüfabbruch durch fehlerhaften Prüfdruck

Liegt der Prüfdruck außerhalb der Grenzen, die durch die Parameter Pn512 und Pn513 festgelegten Grenzen, wird die Prüfung abgebrochen. Prüfdruck wird während der gesamten Phase Messen (und nur dann) geprüft. Nach Prüfabbruch werden folgende Signale ausgegeben:

SPS	**LMF**
	• Signal NOK wird gesetzt • Signal keine Störung wird gesetzt • Signal POK (Prüfdruck OK) wird nicht gesetzt • Signal „Ende“ wird gesetzt
	LMF wartet auf Wegnahme des Signals SPS-Start durch die SPS
• SPS nimmt Signal SPS-Start weg	
	• Das Signal „Ende“ wird zurückgesetzt • Das Signal „Bereit“ wird gesetzt Die Ergebnissignale (NOK, POK und keine Störung) bleiben unverändert.

16.6.2.4 Prüfablauf mit Sensorfehler

Tritt während des Prüfablaufs ein Sensorfehler auf (etwa durch Kabelbruch, defekten Sensor, Wackelkontakt o. ä.) so wird die Prüfung dennoch regulär durchgeführt. Tritt der Sensorfehler (kurzzeitig oder dauerhaft) während der Phase Messen auf, so werden folgende Ergebnissignale gesetzt:

SPS	**LMF**
	• Signal NOK wird gesetzt • Signal keine Störung wird nicht gesetzt • Signal POK (Prüfdruck OK) wird gesetzt (außer der Sensorfehler betrifft den Prüfdrucksensor) • Signal „Ende“ wird gesetzt
	LMF wartet auf Wegnahme des Signals SPS-Start durch die SPS
• SPS nimmt Signal SPS-Start weg	
	• Das Signal „Ende“ wird zurückgesetzt • Das Signal „Bereit“ wird gesetzt Die Ergebnissignale (NOK, POK und keine Störung) bleiben unverändert.